

Принципы ESD-защиты: разработка программы защиты от электростатического разряда

Защита продуктов от воздействия электростатического разряда начинается с понимания ключевых концепций электростатических зарядов и разрядов. Для результативной борьбы с электростатическим разрядом требуется эффективная программа обучения всего задействованного персонала. Вооружившись этой информацией, можно приступить к разработке эффективной программы борьбы с электростатическим разрядом. Рассмотрим основные принципы разработки программы защиты от электростатических разрядов.

Ирина Буданова

pr@protehnology.ru

Шесть основных принципов статического контроля

Управление электростатическим разрядом (ESD) в среде производства электроники — сложная задача. Однако задача разработки и реализации программ управления электростатическим разрядом становится менее сложной, если мы сосредоточимся всего на шести основных принципах статического управления. При этом мы также должны учитывать следствие электростатического разряда из закона Мерфи: «Что бы мы ни делали, статический заряд будет пытаться найти способ разрядиться».

1. Дизайн в защите

Первый принцип заключается в разработке изделий и сборок, которые должны быть максимально устойчивыми к воздействию электростатического разряда. Это предполагает такие шаги, как использование менее чувствительных к статическому электричеству устройств или обеспечение соответствующей защиты ввода на устройствах, платах, сборках и оборудовании. Для инженеров и дизайнеров парадокс заключается в том, что для развития технологий производства требуется меньшая и более сложная геометрия, которая часто более восприимчива к электростатическому разряду. Отраслевой совет по целевым уровням ESD и «Дорожная карта технологии электростатических разрядов (ESD)» Ассоциации ESD, рассмотренная в апреле 2010 года, предполагают, что у проектировщиков будет меньше возможностей обеспечивать уровни защиты, которые были доступны в прошлом. Следовательно, целевые уровни ESD снижены до 1000 В для устойчивости модели человеческого тела и до 250 В для устойчивости модели заряженного устройства с тенденцией к дальнейшему снижению данных значений. Эти целевые значения считаются реалистичными и безопасными уровнями для производства и обращения с сегодняшними продуктами с использованием основных методов контроля электро-

статического разряда, как описано в международных отраслевых стандартах — например, ANSI/ESD S20.20 или IEC 61340-5-1. Когда необходимо использовать и обрабатывать устройства с более низкими целевыми уровнями электростатического разряда, могут потребоваться специальные средства управления, выходящие за рамки описанных здесь принципов.

2. Определите необходимый уровень контроля в вашей среде

Какой элемент наиболее чувствителен или подвержен электростатическому разряду (ESDS), который вы используете, и каков класс выдерживаемого напряжения продуктов, которые вы производите и отправляете? Чтобы получить представление о том, что требуется, необходимо знать уровни чувствительности модели человеческого тела (HBM) и модели заряженного устройства (CDM) для всех устройств, которые будут обрабатываться на предприятии. ANSI/ESD S20.20 и IEC 61340-5-1 определяют требования программы управления для элементов, чувствительных к 100-В HBM и 200-В CDM. При наличии надлежащей документации и объективных свидетельств оба стандарта позволяют адаптировать требования к конкретным ситуациям.

3. Выявить и определить зоны защиты от статического электричества (EPA)

Согласно глоссарию, ESD ADV1.0, защищенная от электростатического разряда зона, — это «определенное место с необходимыми материалами, инструментами и оборудованием, способным контролировать статическое электричество до уровня, который сводит к минимуму повреждение предметов, подверженных электростатическому разряду». Это области, в которых вы будете работать с элементами ESDS, и области, в которых понадобится реализовать основные процедуры контроля ESD, электрическое соединение всех проводящих и рассеивающих материалов, включая персонал, с известным общим заземлением.

4. Уменьшите образование электростатического заряда

Если проекции чувствительности ESD являются правильными, меры защиты от статического электричества в дизайне продукта будут все менее эффективными в минимизации потерь ESD. Четвертый принцип управления — необходимо в первую очередь уменьшить образование и накопление электростатического заряда. Это довольно просто: нет заряда — нет разряда. Мы начинаем с устранения как можно большего количества процессов или материалов, генерирующих статический заряд, особенно изоляторов с высоким зарядом, таких как обычные пластмассы, из рабочей среды EPA. Мы поддерживаем одинаковый электростатический потенциал проводящих/рассеивающих материалов с помощью эквипотенциального соединения или соединения с «землей» оборудования.



Рис. 1. Средства ESD-защиты

Электростатический разряд не возникает между материалами, имеющими одинаковый потенциал. В EPA элементы защиты от электростатического разряда, такие как коврики на рабочей поверхности, напольные покрытия, халаты и т. д. (рис. 1), которые должны быть прикреплены к «земле» для уменьшения образования и накопления заряда, следует использовать вместо более распространенных заводских продуктов. Персонал заземляется с помощью браслетов или системы пола/обуви. Хотя необходимо соблюдать основной принцип «управления статическим электричеством до уровня, сводящего к минимуму ущерб», полное устранение образования заряда недостижимо.

5. Рассеять и нейтрализовать

Поскольку мы просто не можем полностью исключить генерацию электростатического заряда в EPA, наш пятый принцип заключается в безопасном рассеивании или нейтрализации тех электростатических зарядов, которые действительно возникают. Правильное заземление и использование проводящих или рассеивающих материалов играет важную роль. Например, у персонала, приступающего к работе, может быть заряд на теле; такой заряд можно удалить, надев браслет или обувь, защищающую от электростатического разряда. Заряд идет на «землю», не попадая в чувствительную часть. Чтобы предотвратить повреждение заряженного устройства, величину разрядного тока можно контролировать с помощью материалов, рассеивающих статическое электричество.

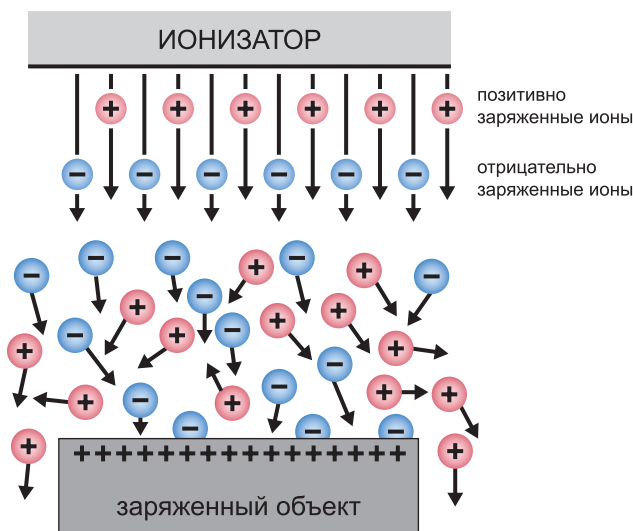


Рис. 2. Принцип нейтрализации заряженного объекта ионизатором, который генерирует отрицательные и положительные ионы. Одноименно заряженные ионы отталкиваются от заряженного объекта, в то время как противоположно заряженные ионы притягиваются к поверхности заряженного объекта, нейтрализуя его

Для некоторых объектов, таких как обычные пластмассы и другие изоляторы, не являющиеся проводниками, заземление не может удалить электростатический заряд, поскольку отсутствует проводящий путь, достаточный, чтобы уменьшить заряд за разумное время. Если объект не может быть удален из EPA, то следует использовать ионизацию для нейтрализации зарядов на этих изоляторах. В процессе ионизации образуются отрицательные и положительные ионы. Одноименно заряженные ионы отталкиваются от заряженного объекта, в то время как противоположно заряженные ионы притягиваются к поверхности заряженного объекта, тем самым нейтрализуя его (рис. 2). Сбалансированный ионизатор с ограничениями, указанными в таблице 3 стандарта ANSI/ESD S20.20, будет эффективно производить как отрицательные, так и положительные ионы, что приведет к нулевому чистому заряду.

6. Защитите продукты

Наш последний принцип управления электростатическим разрядом заключается в том, чтобы предотвратить попадание разрядов на чувствительные детали и узлы. Существует множество упаковок для защиты от электростатических разрядов и средств обработки ма-

териалов, которые можно использовать как внутри, так и за пределами EPA. Один из способов — защитить элементы ESDS с помощью надлежащего заземления или шунтирования, которое рассеивает любые разряды вдали от продукта. Второй метод заключается в упаковке, хранении или транспортировке предметов ESDS в упаковке, которая имеет низкий уровень заряда и проводимость/рассеивание, чтобы она могла рассеивать заряды при заземлении. В дополнение к этим свойствам упаковка, используемая для перемещения предметов ESDS за пределы EPA, должна обладать контролирующим свойством «защита от разряда». Эти материалы должны эффективно защищать продукт от зарядов и разрядов, а также уменьшать образование заряда, вызванное любым перемещением продукта внутри контейнера.

Элементы эффективной программы управления ESD

Хотя эти шесть принципов кажутся довольно простыми, они могут помочь нам в выборе подходящих материалов и процедур, предназначенных для эффективного управления электростатическим разрядом. В большинстве

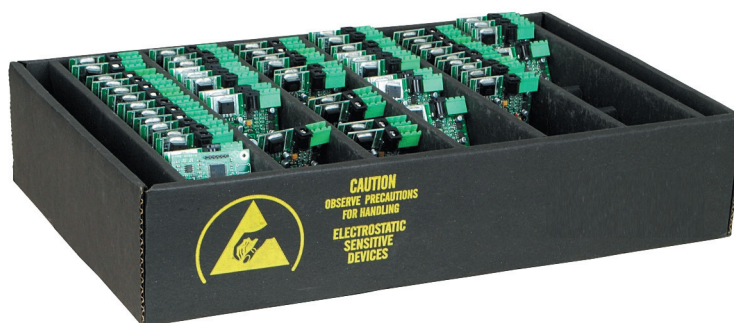


Рис. 3. ESD-коробка для транспортировки



Рис. 4. Шесть важнейших элементов успешной программы борьбы с электростатическим разрядом

случаев эффективные программы включают все эти принципы. Впрочем, ни одна процедура или продукт самостоятельно не справится со всей работой — для эффективного статического контроля требуется полная программа контроля электростатического разряда.

Как разработать и поддерживать программу, которая претворяет эти основные принципы в жизнь? С чего начать? Каков процесс? Что требуется сделать в первую очередь? Спросите дюжину экспертов, и вы получите дюжину разных ответов. Но если вы будете внимательны к ответам, то обнаружите, что большинство из них основано на схожих ключевых элементах. Вы также заметите, что запуск и поддержка программы контроля ESD аналогичны многим другим бизнес-мероприятиям и проектам. Несмотря на то, что каждая компания уникальна с точки зрения требований к контролю над ESD, существует по крайней мере шесть критических элементов для успешной разработки, внедрения и поддержки эффективной программы контроля ESD (рис. 4).

Шесть ключевых элементов для разработки и реализации программы борьбы с электростатическим разрядом

1. Назначьте ESD-координатора и создайте ESD-команды

Командный подход особенно применим к ESD, потому что проблемы и решения охватывают различные функции, отделы, подразделения в большинстве компаний. В состав команды по ESD входят линейные сотрудники, а также руководители отделов или другой управленческий персонал. Команда ESD может выполнять и такие функции, как входной контроль, качество, обучение, автоматизация, упаковка и тестирование. Команды или комитеты по ESD помогают обеспечить разнообразие точек зрения, наличие необходимого опыта и стремление к успеху. Активная команда по ESD помогает объединить текущие усилия.

Руководителем группы по ESD является координатор программы ESD (координатор ESD). В идеале это должна быть работа на полную ставку. Однако мы редко работаем в идеальных условиях, и вам, возможно, придется довольствоваться тем, что выполнение этой функции будет основной обязанностью отдельного человека. Координатор ESD отвечает за разработку, составление бюджета и администрирование программы, а также является внутренним консультантом компании по ESD во всех областях программ ESD-контроля.

2. Оцените свою организацию, производственные мощности, процессы и потери

Следующий шаг — получить полное представление об окружающей среде и ее влиянии на электростатический разряд. Вооружившись данными о потере качества вашей продукции и чувствительности к электростатическому разряду, вы можете оценить свое предприятие, определив области и процедуры, которые могут вызвать проблемы с электростатическим разрядом. Следите за такими вещами, как материалы, генерирующие статическое электричество, процедуры обращения персонала с предметами ESDS и контакты предметов ESDS с проводниками.

Документируйте свои процессы или рабочие инструкции. Наблюдайте за перемещением людей и материалов по участкам. Обратите внимание на те области, которые могут иметь наибольший потенциал возникновения проблем электростатического разряда. Помните, что электростатический разряд может возникнуть на складе точно так же, как и на сборочных площадках. Затем проведите тщательное обследование или аудит объекта. Измерьте персонал, оборудование и материалы, чтобы определить правильные диапазоны сопротивления и наличие электростатических полей в окружающей среде.

Прежде чем искать решения проблем, необходимо определить степень потери качества вашей продукции из-за электростатического разряда. Эти потери могут быть отражены в получении отчетов, записей обеспечения качества и контроля качества, возвратов от клиентов, производственных показателей, отчетов об анализе отказов и других данных, которые у вас уже могут быть или которые необходимо собрать. Эта информация не только определяет масштаб проблемы, но и помогает точно выявить области, требующие внимания, и их приоритетность. Там, где возможно, следует с учетом технологических карт и внутреннего развития продукта предусмотреть возникновение потенциальных проблем. Задокументируйте свои фактические и потенциальные потери от электростатического разряда с точки зрения дефектных компонентов, переделок, возврата клиентов и отказов во время заключительных испытаний и проверок. Используйте данные из внешних источников или результаты своей пилотной программы для дополнительной поддержки. Разработайте оценки экономии, которую можно получить от реализации программы контроля электростатического разряда.

Нужно также идентифицировать элементы (компоненты, сборки и готовые изделия), наиболее чувствительные к электростатическому разряду, с учетом классификации или выдерживаемого напряжения. Обратите внимание, что два функционально идентичных изделия от двух разных поставщиков могут не иметь одинаковых рейтингов ESD.

3. Составьте и задокументируйте свой план программы контроля ESD

После проведения оценки можно приступить к разработке и документированию плана программы контроля ESD. План должен охватывать объем программы и включать задачи, действия и процедуры, необходимые для защиты элементов ESDS на уровне чувствительности ESDS, выбранном для плана, или выше. Подготовьте и распространите письменные процедуры и спецификации, чтобы все отделы имели четкое представление о том, что нужно делать. Полностью задокументированные процедуры помогут не только соответствовать административным и техническим элементам ANSI/ESD S20.20 или IEC 61340-5-1, но и выполнить сертификацию ISO 9000.

4. Создайте обоснование для получения поддержки высшего руководства

Для того чтобы программа ESD была успешной, она требует поддержки руководства на самом высоком уровне. Для этого вам нужно обосновать план — подчеркнуть качество и надежность, стоимость ущерба от электростатического разряда, влияние электростатического разряда на обслуживание клиентов и производительность продукта.

Подготовьте краткое заявление о корпоративной политике по борьбе с электростатическим разрядом. Попросите высшее руководство подписать его совместно с координатором по ESD.

5. Разработайте и реализуйте план обучения

Проведите обучение персонала по ESD-защите и борьбе с электростатическим разрядом, а также по программе и процедурам вашей компании. Обучение должно включать тестирование или другие методы проверки полученных знаний и навыков. Правильное обучение линейного персонала особенно важно: часто именно таким специалистам приходится выполнять подобные процедуры изо дня в день. Устойчивая приверженность и понимание среди всех сотрудников того, что предотвращение электростатического разряда является ценным, постоянным усилием каждого, — одна из основных целей обучения. Имейте в виду, что, возможно, потребуется адаптировать обучение по ESD к обучению стажеров.

Для ANSI/ESD S20.20 требуется письменный план обучения, однако ваша компания может гибко определить, каким образом лучше всего разработать план.

6. Разработайте и внедрите план проверки соответствия

Сама разработка и реализация программы очевидна. Что может быть не столь очевидным, так это необходимость постоянно проверять, анализировать, получать отзывы и улучшать. Аудит необходим для обеспечения успешного выполнения программы контроля электростатического разряда. Вам придется постоянно определять рентабельность инвестиций в программу и обосновывать полученную экономию. Технологические изменения потребуют улучшений и модификаций, поэтому обратная связь с сотрудниками и высшим руководством очень важна.

Проводите периодические оценки вашей программы и аудит вашего учреждения. Таким образом вы узнаете, успешна ли ваша программа и дает ли она ожидаемую прибыль, обнаружите слабые места в программе и устраните их, проверите, как соблюдаются процедуры.

ANSI/ESD S20.20 и IEC 61340-5-1 требуют письменного плана проверки соответствия, однако ваша компания может гибко определить, как лучше всего разработать план. Процедуры тестирования описаны в ESD TR53, который можно бесплатно загрузить с сайта www.ESDA.org. Цель состоит в том, чтобы определить, произошли ли со временем значительные изменения в характеристиках оборудования и материалов ESD. Каждому пользователю необходимо будет разработать свой собственный набор частот тестирования, основанный на критическом характере обрабатываемых элементов ESDS и риске отказа оборудования и материалов ESD-защиты.

Шесть принципов борьбы с электростатическим разрядом и шесть ключевых элементов разработки и реализации программы защиты от электростатического разряда являются вашими ориентирами для эффективных программ борьбы с электростатическим разрядом. ■