

дечников с учетом гистерезиса. – Электричество, 1969, № 3, с. 69–73. З. Бладыко В.М., Мехедко В.Ф., Сончик Л.И. Гармонический синтез кривой намагничивания. – Изв. вузов СССР. Энергетика, 1975, № 10, с. 136–139.

УДК 621.319.7

П.М.Корниенко, канд. техн. наук,
В.С.Лившиц, канд. техн. наук,
В.Ф.Силюк, канд. техн. наук,
В.М.Климович, инженер (БПИ)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ В СБОРОЧНЫХ ЦЕХАХ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ

Современное производство радиоэлектронной аппаратуры и приборов предъявляет повышенные требования к чистоте помещений и воздушной среды. Это обусловило широкое применение в таких цехах синтетических и полимерных материалов, которые обладают рядом положительных свойств: они прочны, устойчивы к истиранию, не отделяют частиц, ворса, с них легко удаляются пыль и загрязнения. Однако эти материалы, как правило, хорошо электризуются и имеют малую электропроводность, что способствует накоплению электростатических зарядов и росту напряжения относительно земли и заземленных предметов.

Возникновение и накопление электростатических зарядов может происходить на одежде и теле человека, диэлектрических покрытиях столов и пола, межоперационной таре, а также проводящих, но изолированных от земли предметах: пинцетах, паяльниках, приспособлениях, корпусах изделий.

Характерны следующие виды повреждений: частичный или полный пробой р–п–переходов, расплавление и сгорание металлизированных дорожек, пробой диэлектрика, частичное расплавление металлизации МОП–транзисторов, разрыв электродов вследствие теплового и электродинамического воздействия [1]. Степень повреждения – ухудшение характеристик изделия или полный отказ – зависит от напряжения и энергии разряда.

При электростатическом разряде с напряжением, близким к критическому (минимально опасному), возможно изменение вольт–амперных характеристик изделия, изменение коэффициентов передачи, увеличение обратных токов. При разряде с напряжением, большим критического, резко возрастает вероятность полного отказа изделия. Критические значения статического напряже-

ния для разных групп полупроводниковых изделий приведены в табл. 1 (по данным [1]).

Нами выполнено опытное обследование электростатических напряжений в сборочных цехах завода, выпускающего электронные приборы. Для измерений использовался специально изготовленный для этой цели электрометр с бесконтактным датчиком конденсаторного типа, имеющий диапазон измерений 10–20 000 В. Напряжение измерялось на людях (монтажниках), рабочих столах, стульях, монтажных платах, таре и других объектах (табл. 2). На протяжении трех месяцев на каждом объекте было выполнено от 4 до 6 измерений.

Монтажные столы в обследованных цехах покрыты листовым пластиком и оборудованы стальным листом для инструмента, заземленным через сопротивление 1 МОм. Монтажники работают, как правило, с надетым на руку заземляющим браслетом. Несмотря на эти меры, направленные на предотвращение образования статического электричества, в ряде случаев как на столах, так и на монтажных столах было обнаружено электростатическое напряжение. Как выяснилось, это было следствием нарушения заземляющей цепи.

В то же время отмечены случаи, когда работа без заземляющего браслета не приводила к накоплению электростатического

Таблица 1.

Минимальные опасные значения
электростатического напряжения

Группы полупроводниковых изделий	Опасное напряжение, В
Германиевые маломощные ВЧ и СВЧ транзисторы	200
Кремниевые маломощные ВЧ и СВЧ транзисторы	400
ВЧ и СВЧ транзисторы средней мощности	2000
Мощные ВЧ и СВЧ транзисторы	7000
Низкочастотные транзисторы	1000
Полевые транзисторы с изолированным затвором	30
Полевые транзисторы с управляющим р-п-переходом	600
Интегральные микросхемы	30

Таблица 2.

Наибольшие значения электростатического напряжения,
полученные при обследовании

Обследованный объект	Наибольшее замеренное напряжение, В
Монтажницы (на ладни)	
с заземляющим браслетом на руке	130
без заземляющего браслета	220
Монтажные столы	
на пластиковом покрытии	290
на стальном листе для инструмента	250
Стулья монтажниц	
с дерматиновым сидением	440
с матерчатым сидением	120
Стол для комплектования деталей и полупроводниковых изделий	
на пластиковом покрытии	440
Пластмассовая ванна (тара) для переноски полупроводниковых изделий и микросхем	
на внешней поверхности	180
на внутренней поверхности	700
Коробка пластмассовая с упакованными микросхемами	
на крышке коробки	160
на поролоновой прокладке между крышкой и микросхемами	400
на корпусах микросхем	840

заряда на монтажнице. Это объясняется тем, что и при отсутствии заземляющего браслета имеются возможности для стока заряда с монтажниц, например, при касании заземленного стального листа на столе или других заземленных предметов. Однако вероятность (частота) появления электростатического напряжения на монтажницах и его наибольшее значение при работе без заземляющего браслета, несомненно, повышается.

Многообразные и порой неожиданные причины электризации показывает следующий случай. Проходя мимо монтажницы с датчиком в руке, наш сотрудник заметил резкое отклонение указателя электрометра. Измерение напряжения на монтажнице дало высокий, ранее никогда не наблюдавшийся результат — 600 В.

Выяснение причин появления значительного напряжения привело к выводу, что виной была прическа девушки: распушенные по плечам волосы вызвали значительную электризацию трением. Когда волосы были убраны под косынку, электризация прекратилась.

Неожиданностью оказалось также недопустимо высокое электростатическое напряжение (до 840 В), обнаруженное на поверхности микросхем, хранящихся в упаковке заводов-изготовителей (картонных и пластмассовых коробках). Наиболее высокие напряжения (вследствие хороших условий для электризации трением) были в тех коробках, где между крышкой и микросхемой уложена поролоновая прокладка.

Сопоставление данных табл. 1 и 2 показывает, что в сборочных цехах электронных приборов статическое электричество представляет реальную опасность для ряда полупроводниковых изделий. К таким изделиям, в частности, относятся полевые транзисторы с изолированным затвором, интегральные микросхемы, маломощные ВЧ и СВЧ транзисторы. Положение усугубляется тем, что образование электростатических зарядов возможно на всех стадиях производственного процесса: во время хранения, комплектования и подачи полупроводниковых изделий на монтажные столы, при монтаже и сборке приборов, их наладке и испытании. Поэтому в цехах, подобных обследованному, выявление мест и причин статической электризации, организация оперативного контроля и принятие эффективных мер по устранению статического электричества представляют актуальную проблему. Решение этой проблемы на предприятиях радиоэлектронной промышленности будет способствовать снижению брака продукции, повышению ее надежности и качества.

Л и т е р а т у р а

1. Куверзнев В.А., Зайцев А.А., Овечкин Ю.А. Статическое электричество в полупроводниковой промышленности. - М.: Энергия, 1975. - 180 с.

УДК 621.316.13

Л.И.Демиденко, инженер (БПИ)

ИСПЫТАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ МАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ СЧЕТЧИКА ПОТЕРЬ

Счетчики потерь учитывают потери электроэнергии в сетях высокого напряжения, а также в силовых трансформаторах и автотрансформаторах. Они изготавливаются на базе трехфазных