

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Москва Энергоатомиздат

1992

Рассмотрены режимы работы диодов и тиристоров, разработана методика их выбора для применения в системах преобразовательных установок (устройств). Описаны методы обеспечения надежной работы диодов и тиристоров. Приведены примеры расчетов.

Для специалистов, занимающихся разработкой, проектированием и эксплуатацией полупроводниковых преобразовательных устройств.

Производственно-практическое издание

Рецензент канд. техн. наук С. Н. Флоренцев

М. И. Абрамович, В. М. Бабайлов, В. Е. Либер и др. **Диоды и тиристоры в преобразовательных установках.** — Москва, Издательство Энергоатомиздат, 1992.—432 с.

ISBN 5-283-00670-0

© Авторы, 1992

Оглавление книги Диоды и тиристоры в преобразовательных установках

Предисловие

Глава 1. **Принцип действия и основные свойства полупроводниковых выпрямительных диодов и триодных тиристоров, не проводящих в обратном направлении**

- 1.1. Общие положения
- 1.2. Электронно-дырочный переход
- 1.3. Силовой полупроводниковый выпрямительный диод
- 1.4. Силовой триодный тиристор, не проводящий в обратном направлении

Глава 2. **Параметры и характеристики силовых диодов и тиристоров**

- 2.1. Общие сведения о параметрах и характеристиках силовых полупроводниковых приборов
- 2.2. Основные параметры силовых диодов и тиристоров
- 2.3. Основные тепловые параметры и характеристики диодов и тиристоров
- 2.4. Классификация силовых диодов и тиристоров
- 2.5. Условные обозначения силовых полупроводниковых выпрямительных диодов и триодных тиристоров, не проводящих в обратном направлении
- 2.6. Особенности силовых диодов и тиристоров как электротехнических изделий, комплектующих схему силового полупроводникового преобразовательного устройства

Глава 3. **Исходные данные для расчета и выбора диодов и тиристоров и условий их охлаждения**

- 3.1. Режимы и условия работы диодов и тиристоров
- 3.2. Классификация силовых полупроводниковых преобразовательных устройств

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

3.3. Особенности расчета и выбора диодов и тиристорov

Глава 4. Расчет и выбор диодов и тиристорov, условий их охлаждения и расчет системы управления тиристорами

- 4.1. Расчет и выбор типа силового полупроводникового прибора и условий его охлаждения по рабочему току
- 4.2. Выбор класса силового полупроводникового прибора по рабочему напряжению
- 4.3. Проверка силового полупроводникового прибора и условий его охлаждения по температуре нагрева рабочим током
- 4.4. Проверка силового полупроводникового прибора по аварийному току
- 4.5. Выбор коммутационных параметров силового полупроводникового прибора
- 4.6. Определение параметров управляющих импульсов и схемы управления тиристором
- 4.7. Пример расчета и выбора СПП и условий его охлаждения

Глава 5. Методы и средства ограничения воздействий на диоды и тиристоры по току и напряжению в нормальных и аварийных режимах работы

- 5.1. Требования к методам и средствам ограничения электрических воздействий
- 5.2. Выбор вида и расчет элементов для ограничения аварийного тока
- 5.3. Ограничение коммутационных перенапряжений на СПП
- 5.4. Ограничение схемных и сетевых перенапряжений, воздействующих на СПП
- 5.5. Групповое соединение СПП
- 5.6. Некоторые схемы подключения ограничительных устройств

Глава 6. Методы и средства измерения электрических воздействий на диоды и тиристоры в схемах преобразовательных установок

- 6.1. Требования к методам измерений
- 6.2. Измерение среднего и эффективного тока, проходящего через СПП, и мощности потерь в стационарном режиме
- 6.3. Измерение мгновенных значений тока в процессе включения и выключения СПП
- 6.4. Измерение напряжений, воздействующих на СПП
- 6.5. Контроль параметров сигналов управления тиристорov и измерение температуры СПП
- 6.6. Современные методы измерения электрических воздействий на диоды и тиристоры
- 6.7. Погрешности измерения быстроменяющихся токов с помощью безиндуктивных (малоиндуктивных) шунтов

Глава 7. Охлаждение диодов и тиристорov преобразовательных устройств

- 7.1. Общие технические требования, предъявляемые к охладителям СПП
- 7.2. Конструкции охладителей
- 7.3. Воздушное охлаждение СПП
- 7.4. Жидкостное охлаждение СПП
- 7.5. Испарительное погружное охлаждение СПП

Глава 8. Надежность силовых полупроводниковых приборов

- 8.1. Основные понятия и термины теории надежности
- 8.2. Показатели надежности СПП и их зависимости от режимов работы
- 8.3. Методы оценки и контроля показателей надежности СПП
- 8.4. Виды и механизмы отказов СПП
- 8.5. Методы расчета показателей надежности СПП в различных режимах

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Список литературы

ПРЕДИСЛОВИЕ

Расширение областей применения и увеличение объемов производства силовых полупроводниковых преобразовательных устройств определяют необходимость их постоянного совершенствования, оптимизации параметров и технико-экономических показателей. Одним из важнейших моментов в решении этих вопросов является правильное и рациональное применение силовых полупроводниковых приборов в преобразовательных устройствах. Вид и типонаименование силового полупроводникового прибора, выбранные для применения в преобразовательном устройстве, определяют как выбор способов, так и параметры элементов устройств ограничения перенапряжений, ограничения и отключения токов перегрузки, ограничения скоростей нарастания токов и напряжений, деления токов и напряжений при групповом соединении приборов, а также устройств теплоотвода, входящих в состав преобразовательного устройства.

Указанные элементы и узлы преобразовательного устройства, как правило, составляют значительную его часть, и, следовательно, выбор силового полупроводникового прибора оказывает существенное влияние не только на надежность работы преобразовательного устройства, но и на его массу, габаритные размеры, стоимость и коэффициент Полезного действия.

Опыт разработки и эксплуатации силовых полупроводниковых преобразовательных устройств показывает, что анализу, расчетам и экспериментальным исследованиям режимов и условий работы силовых полупроводниковых приборов в реальных схемах применения следует уделять не меньшее внимание, чем анализу и расчетам электромагнитных процессов, энергетических показателей и внешних характеристик преобразовательных устройств, в которых эти приборы применены. Без проведения на должном уровне и в достаточном объеме этих исследований не может быть однозначно определено и тем более гарантировано надежное функционирование преобразовательного устройства.

В настоящее время уровень знаний о характере протекания электромагнитных процессов в схемах преобразовательных устройств и разработанные методы их расчетов позволяют с достаточной точностью определить условия работы применяемых в схеме полупроводниковых приборов. Иными словами, требования, предъявляемые к силовым полупроводниковым приборам в каждом конкретном случае, могут быть сформулированы достаточно точно и в полном объеме. Качество и возможности силовых полупроводниковых приборов достаточно полно определяются совокупностью параметров и характеристик, приводимых в технических условиях на их поставку и информационных технических материалах, составляемых поставщиком приборов.

В связи с этим для обеспечения правильного и эффективного применения силовых полупроводниковых приборов необходимо в каждом конкретном случае правильно решить

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

вопрос сопоставления качества и возможностей прибора с теми требованиями, которые к нему предъявляются. Решению этого важного вопроса, возникающего на стыке двух хорошо изученных областей знания силовой электроники (преобразовательной техники и силового полупроводникового приборостроения), посвящена настоящая книга.

Целью настоящей книги является дать необходимые сведения и рекомендации по применению силовых полупроводниковых приборов, обеспечивающие правильный и целесообразный выбор вида и типонаминала прибора для схемы конкретного преобразовательного устройства, надежное выполнение им заданных функций в заданных условиях и достижение требуемых технико-экономических показателей устройства.

В книге рассмотрены вопросы применения силовых полупроводниковых выпрямительных диодов и триодных тиристоров, не проводящих в обратном направлении.

В полной мере учтено следующее:

- силовые полупроводниковые приборы (СПП) характеризуются предельно допустимыми значениями нагрузочных параметров, превышение которых ведет к отказу СПП или необратимому ухудшению их свойств;
- значения допустимых нагрузочных параметров могут изменяться в зависимости от сочетания электрических и тепловых воздействий и во многих случаях не могут быть реализованы одновременно;
- при определении воздействий имеют большое значение электромагнитные процессы, возникающие вследствие инерционности динамических характеристик СПП при коммутации тока и зависящие от наличия распределенных индуктивностей и частичных емкостей в схемах преобразовательных установок;
- характеристики СПП имеют статистический разброс, что существенно при их параллельном и последовательном соединениях.

Материал книги в отличие от известных публикаций позволяет на основании данных, приводимых в технических условиях и информационных материалах на диоды и тиристоры, проводить выбор подвида и типонаминала прибора с учетом комплекса требований, предъявляемых к преобразовательному устройству как в части его параметров и характеристик, так и в части его технико-экономических показателей. Изложенная в книге методика представляет собой единую цепь действий, обеспечивающих расчет и выбор приборов в рабочих и аварийных режимах, формулирование требований к элементам и узлам, обеспечивающим управление тиристорами, ограничение электрических и тепловых воздействий на приборы в преобразовательном устройстве, а также расчет и выбор этих элементов и узлов. Кроме того, приведенные сведения по надежности и методам ее определения позволяют рассчитать показатели надежности диодов и тиристоров в схемах преобразовательных устройств.

Материал, изложенный в книге, основан на всестороннем анализе теории и на практике применения силовых полупроводниковых приборов и преобразовательных устройств в СССР и за рубежом. Учтен и обобщен личный опыт работы авторов в данной области техники. Главы 1 и 2 книги написаны В. Е. Либером, гл. 3 и 4—М. И. Абрамовичем, гл. 5 и 6 (за исключением § 6.6, 6.7)—А. А. Саковичем, гл. 7—В. М. Бабайловым, а гл. 8 и § 6.7 — В. Л. Шпером.

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Трагическая смерть вырвала из авторского коллектива В. Е. Либера — замечательного человека и крупного специалиста в области силовой преобразовательной техники. Он был душой нашего коллектива, и появление данной книги является в значительной степени его заслугой. Авторам хотелось бы надеяться, что эта книга послужит данью его светлой памяти.

Книга предназначена для широкого круга инженеров и техников, работающих в области проектирования, изготовления и применения полупроводниковых преобразовательных устройств, а также может быть полезна студентам высших и средних технических учебных заведений в качестве пособия по курсу преобразовательной техники и автоматизации производства.

Авторы с благодарностью примут все замечания и предложения, возникшие у читателей после ознакомления с книгой. Замечания и предложения просим направлять по адресу: 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10.

Авторы

[Скачать книгу](#) М. И. Абрамович и др. **Диоды и тиристоры в преобразовательных установках.** Москва, Издательство Энергоатомиздат, 1992