

периферией. Это можно осуществить через глобальную компьютерную сеть Internet, в том числе и с мобильного телефона.

Конечно, метод, описанный выше, имеет свои недостатки: это низкая скорость передачи данных по протоколам HTTP и WAP, по сравнению со скоростью передачи данных в локальной сети. Но в то же время можно рассчитать размер передаваемых данных таким образом, чтобы время обновления соответствовало поставленной задаче. Конечно, скорости обновления данных раз в секунду достичь при таком способе невозможно, но, например, раз в минуту или 45 секунд – вполне реально.

Однако прогресс не стоит на месте и, возможно, очень скоро появятся новые протоколы передачи данных, которые позволят передавать информацию в несколько раз быстрее, и тогда время обновления значительно сократится.

Тем не менее, данный метод очень актуален в рамках российской действительности, когда не всякое предприятие может себе позволить купить мощные клиентские приложения SCADA-систем, компьютерная техника безнадежно устарела, а ее замена и прокладка сетевых коммуникаций является очень дорогостоящим мероприятием.

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ И СРЕДСТВ ДНК ДИОДОВ 2D918Б-1**

Карпин А.Н., Пиганов М.Н., Шопин Г.П.

В основу методики положено учение о переходных процессах в р-п-переходе, смещенном в обратном направлении [1]. Пусть через р-п переход протекает прямой ток, обусловленный инжекцией дырок в базовую область. В базе накоплен заряд, созданный неосновными носителями, пропорциональный этому току, и заряд основных носителей, обеспечивающий электронейтральность полупроводника. При быстром изменении полярности приложенного напряжения инжектированные дырки не успевают рекомбинировать и под действием обратного напряжения переходят в область эмиттера. Основные носители заряда движутся в противоположенную сторону и уходят по шине питания, обратный ток сильно увеличивается. Постепенно дополнительный заряд дырок в базе исчезает (рассасывается) за счет рекомбинации их с электронами и возвращения в р-область. Обратный ток уменьшается до статического значения.

Переход р-п ведёт себя подобно ёмкости, причём заряд диффузионной ёмкости пропорционален прямому току, протекавшему ранее через р-п-переход. Важным параметром в этом процессе для нас является  $t_{\text{вос.обр}}$  - время восстановления обратного сопротивления диода. Это - интервал

времени, прошедший с момента прохождения тока через нуль (после изменения полярности приложенного напряжения) до момента, когда обратный ток достигнет заданного малого значения.

Наличие времени восстановления обусловлено зарядом, накопленным в базе диода при инжекции. Для запираания диода этот заряд должен быть "ликвидирован". Это происходит за счет рекомбинации и обратного перехода неосновных носителей заряда в эмиттер. Последнее приводит к увеличению обратного тока. После изменения полярности напряжения в течение некоторого времени  $t$  обратный ток меняется мало (рис. 1.а.б) и ограничен только внешним сопротивлением цепи.

При этом заряд неосновных носителей, накопленных при инжекции в базе диода (концентрация  $p(x)$ ), рассасывается (пунктирные линии на рис. 1.в). По истечении времени  $t_1$  концентрация неосновных носителей заряда на границе перехода равна равновесной, но в глубине базы ещё имеется неравновесный заряд. С этого момента обратный ток диода уменьшается до своего статического значения. Изменение его прекратится в момент полного рассасывания заряда, накопленного в базе.

При подаче на диод прямоугольного импульса на выходе мы получим сигнал, форма которого будет выглядеть как на рис. 1.б. Чтобы получить на выходе прямоугольный импульс, на вход надо подать сигнал, форма которого будет соответствовать показанному на рис. 2.

Использование прямоугольного импульса на выходе диода обусловлено тем, что сигнал такого вида легче обрабатывать и снимать с него нужную информацию.

Для разработки устройства ДНК необходимо знать два параметра: обратный ток и длительность импульса. При помощи преобразователя ток-напряжение мы увидим некоторый разброс параметров, по которым можно узнать, годен или не годен диод по допускам на обратный ток.

Второй же параметр - длительность импульса, несет информацию о концентрации носителей в полупроводнике, т.е. о степени его дефектности. Таким образом, длительность импульса можно использовать в качестве информативного параметра для отбраковки потенциально ненадежных диодов. Этот принцип положен в основу методики ДНК диодов 2Д918Б-1. На рис. 3 приведена схема установки ДНК.

Установка работает следующим образом. Генератор экспоненциального напряжения 1 формирует периодический экспоненциальный сигнал отрицательного знака, который поступает на вход формирователя сигнала временного интервала 2. Ключ 3 пропускает каждый второй импульс генератора 1, который поступает на анод диода 4.

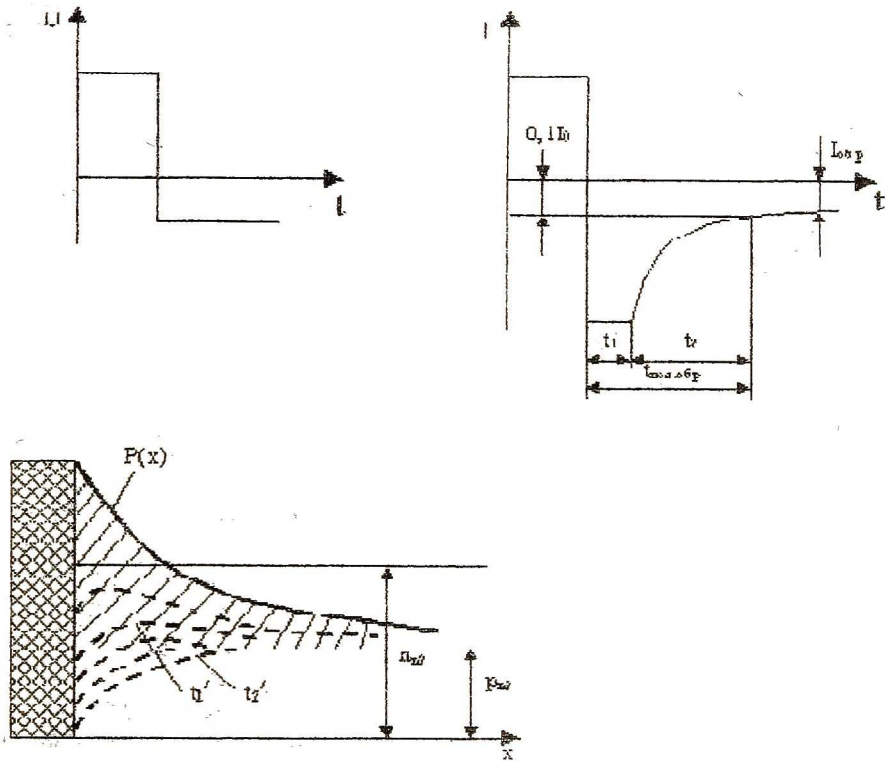


Рисунок 1.

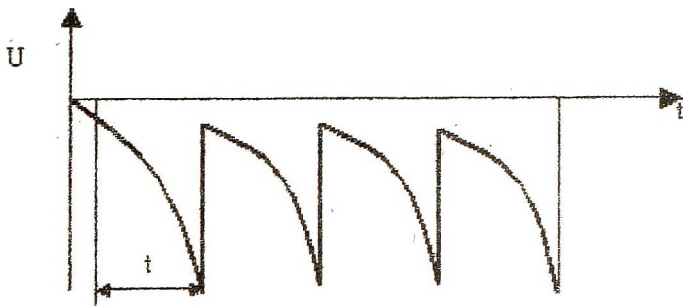


Рисунок 2.

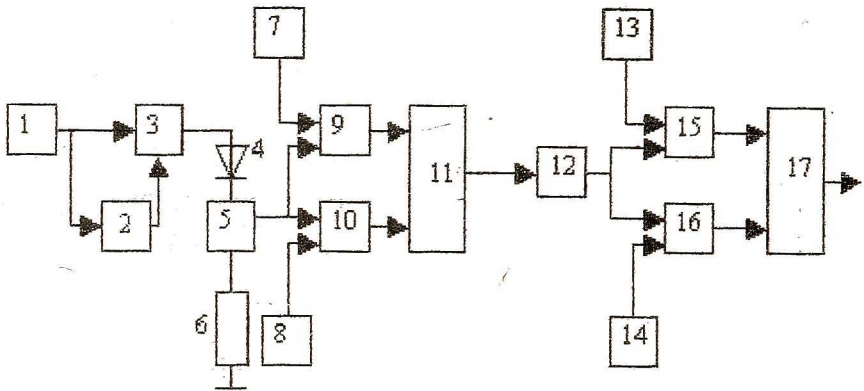


Рисунок 3.

Преобразователь "ток-напряжение" 5 преобразует ток, протекающий через диод 4, в пропорциональное ему напряжение. Используя заведомо качественный диод и учитывая его характеристики, амплитуду и длительность экспоненциального сигнала генератора 1, обеспечивают постоянство выходного напряжения преобразователя "ток-напряжение" на время, равное длительности экспоненциального импульса.

В силу отличий одного диода от другого входное напряжение преобразователя 6 будет иметь некоторый разброс. Верхняя граница области допустимых значений задается выходным напряжением первого источника опорного напряжения 7, нижняя - выходным напряжением второго источника опорного напряжения 8. На выходе первого компаратора 9 формируется "1", если выходное напряжение преобразователя 5 меньше выходного напряжения источника 7 ( $U_5 < U_7$ ). В противном случае формируется "0". На выходе второго компаратора 10 формируется "1", если выходное напряжение источника 8 меньше выходного напряжения преобразователя 5 ( $U_8 < U_5$ ), в противном случае формируется "0". Таким образом, на выходе первого элемента И11 формируется "1", если удовлетворяется условие -  $U_8 \leq U_5 \leq U_7$ , т.е. выходное напряжение преобразователя "ток-напряжение" 5 лежит в заданном поле допуска.

Длительность выходного единичного сигнала первого элемента И11 служит диагностическим признаком. Если она мала по сравнению с эталонным диодом, значит, в контролируемом диоде проходят слишком быстрые рекомбинационные процессы, что говорит о дефектной концентрации носителей в полупроводнике. С помощью преобразователя "время-напряжение" 12 интересующая нас длительность выходного единичного

сигнала первого элемента И11 преобразуется в постоянное, пропорциональное ей напряжение.

В силу отличий одного диода от другого выходное напряжение преобразователя 12 будет иметь некоторый разброс, верхняя граница области допустимых значений задается выходным напряжением третьего источника опорного напряжения 13, нижняя - выходным напряжением четвертого источника опорного напряжения 14. На выходе третьего компаратора 15 формируется "1", если выходное напряжение преобразователя 12 меньше выходного напряжения источника 13 ( $U_{12} \leq U_{13}$ ), в противном случае формируется "0". На выходе четвертого компаратора 16 формируется "1", если выходное напряжение источника 14 меньше выходного напряжения преобразователя 12 ( $U_{14} \leq U_{12}$ ), в противном случае формируется "0". Таким образом, на выходе второго элемента И17 формируется "1" при условии  $U_{14} \leq U_{12} \leq U_{13}$ , т.е. выходное напряжение преобразователя "временное напряжение" 12 лежит в заданном поле допуска. Наличие "1" на выходе второго элемента И17 позволяет говорить о потенциальной надежности контролируемого диода, а наличие "0" - о его дефектном состоянии.

*Список использованных источников*

1. Викулия И.М., Стафеев В.И. Физика полупроводниковых приборов. - М.: Радио и связь, 1990. - 264 с.
2. Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы. - М.: Высшая школа, 1987. - 479 с.

## К РАСЧЕТУ ДОПУСКОВ НА ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ТРАКТА С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ

Гречишников С.В., Ковтунов А.В.

Пусть имеем измерительный тракт, состоящий из последовательно измерительных преобразователей:

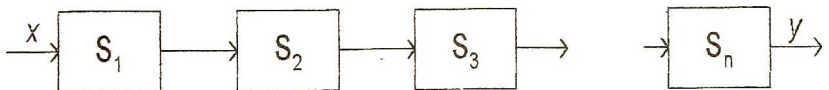


Рисунок 1.

$S_1 \dots S_n$  — чувствительности отдельных преобразователей