

вызывает увеличение $|\alpha|$, $|R|$ и ρ . Расчет показывает, что при этом наблюдается уменьшение концентрации электронов и увеличение их подвижности. Участие дырок в процессах переноса в отожженных фольгах проявляется при более высоких температурах, чем в неотожженных. Об этом свидетельствует смещение при отжиге экстремумов зависимостей $\rho(T)$ и $\alpha(T)$ в область более высоких температур.

Список литературы

1. Глазов В. М., Ятманов Ю. В. // Изв. АН СССР. Неорганические материалы. 1986. Т. 23. № 2. С. 36.
2. Мирошниченко И. С. Закалка из жидкого состояния. М., 1982.
3. Вассерман Г., Гревен И. Текстуры металлических материалов. М., 1969.
4. Гольцман Б. М., Кудинов В. А., Смирнов И. А. Полупроводниковые материалы на основе Bi_2Te_3 . М., 1972.
5. Ногак I., Сегмак К., Ковделка L. // Journ. Phys. Chem. Solids. 1986. V. 47. № 8. P. 805.
6. Stary Z., Ногак I., Stordeur M., Stolzer M. // Journ. of Physics and Chemistry of Solids. 1988. V. 49. № 1. P. 29.
7. Болтакс Б. И. Диффузия и точечные дефекты в полупроводниках. Л., 1972.

Поступила в редакцию 29.03.93.

УДК 681.327.12(088.8)

*В. Г. ХАЦИРЕВИЧ, Н. А. ЯРМОШ, А. К. ЯКУШЕВ
В. И. ВОПНЯРСКИЙ, А. Я. КУЛЕШОВ*

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ФАЗОИМПУЛЬСНОГО СЕЛЕКТОРА УСТРОЙСТВА ГРАФИЧЕСКОГО ВВОДА ПЛАНШЕТНОГО ТИПА

The analytical expression of the time-coordinate characteristics of a phase-pulse selector, has been obtained on the basis of the structural parameters of selector and plotboard.

The plots of time-coordinate characteristics which are calculated for a particular phase-pulse selector and a blockdiagram for realization of the method have been presented.

Важным электронным узлом устройства графического ввода планшетного типа является фазоимпульсный селектор (ФИС) [1, 2, 3]. Он выполняет пространственно-временную «эстафетную» функцию в устройстве, в результате осуществления которой происходит переключение устройства с цикла формирования кода грубого отсчета на цикл формирования кода точного отсчета координаты.

Как основным параметрам ФИС, определяющим его работоспособность и схемные особенности устройства в целом, следует отнести длительность опорных сигналов. Она зависит от длительности модулированного строба (МС) [1], который формируется из информационного сигнала второй ступенью ФИС и играет роль определяющего фактора при выборе длительности опорных сигналов. В свою очередь, длительность МС зависит от устанавливаемой величины порога срабатывания — $U_{\text{пор}}$ амплитудного дискриминатора, входящего во вторую ступень ФИС.

В качестве основания для расчета длительности МС может служить выражение двумерной переходной характеристики (ДПХ) локального позиционно-чувствительного элемента (ЛПЧЭ) устройства. Двумерная переходная характеристика, например, для положительного фронтально-го импульса, как показано в работах [4, 5], будет иметь вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} U_{(x, t)} = U_{\text{пм}} \ln [R_1(x) / R_2(x)]^2 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}; \\ x = \text{const}; t = \text{var}, \end{array} \right.$$

где $U_{(x, t)}$ — выходное импульсное напряжение магнитоэлектрического преобразователя (МЭП) графического индукционного пера устройства; $U_{\text{пм}}$ — параметрическое напряжение МЭП; R_1 и R_2 — кратчайшие расстояния от ближайшей и наиболее удаленных точек среднего витка изме-

рительной катушки МЭП до оси опрашиваемой координатной шины соответственно, τ_{Σ} – суммарная постоянная времени ЛПЧЭ. Кратчайшие расстояния R_1 и R_2 от ближайшей и наиболее удаленных точек среднего витка измерительной катушки магнитоэлектрического преобразователя находятся по следующим формулам [2,3]:

$$R_1^2 = (x + r)^2 + h^2;$$

$$R_2^2 = (x - r)^2 + h^2,$$

где x – координата точного отсчета, лежащая в пределах величины шага укладки координатных шин планшета; r и h соответственно радиус среднего витка измерительной катушки и высота его расположения над плоскостью считывания.

Используя ДПХ, с учетом реальных технических возможностей конкретной элементной базы амплитудных дискриминаторов, обеспечивающих заданный уровень $U_{пор}$, можно потребовать выполнения условия:

$$U_{пм} \cdot \ln [R_1 (x) / R_2 (x)]^2 \cdot e^{\frac{t}{\tau_{\Sigma}}} = U_{пор}.$$

Отсюда получаем выражение, позволяющее оценить длительность $t_{мс}$ модулированного по длительности строба:

$$t_{мс} = \tau_{\Sigma} \ln \left[\frac{U_{пм}}{U_{пор}} \cdot \ln (R_1 (x) / R_2 (x))^2 \right]. \quad (1)$$

Следовательно, длительность МС на уровне $U_{пор}$ пропорциональна логарифму амплитуды экспоненциально изменяющегося во времени напряжения ПФИ, поступающего на вход амплитудного дискриминатора при условии $U_{пор} = const$.

Отношение $U_{пм} / U_{пор}$, выходящее в соотношении (1), является относительным электрическим параметром и характеризует динамические формирующие свойства как самого ФИС, так и ЛПЧЭ в целом.

В этой связи в практику разработки ФИС целесообразно ввести новый параметр – коэффициент стробирования $K_{стр} = U_{пм} / U_{пор}$.

Этот коэффициент строго индивидуален для конкретного ФИС и ЛПЧЭ и может служить в качестве сравнительного параметра разрабатываемых аналогичных узлов.

С учетом изложенного, отношение (1) можно представить в виде:

$$t_{мс} = \tau_{\Sigma} \ln [K_{стр} \ln (R_1 (x) / R_2 (x))^2]. \quad (2)$$

Поскольку длительность модулированного строба является функцией координаты точного отсчета, то изменения последней, вызываемые перемещением острия графического индукционного пера по поверхности листа бумаги, будут осуществлять на выходе амплитудного дискриминатора широтно-импульсную модуляцию выходного импульса ФИС.

Таким образом, ЛПЧЭ, в состав которого входит ФИС и амплитудный дискриминатор как составная часть ФИС, можно в целом представить как широтно-импульсный логарифмический модулятор, модулирующим параметром которого является механическая величина – координата точного отсчета.

Выражение (2) по характеру преобразования информационного сигнала является, по существу, функцией преобразования координаты точного отсчета во временной интервал или, другими словами, оно представляет собой тайм-координатную характеристику ФИС. Здесь под термином «тайм» подразумевается время существования модулированного строба на уровне порога срабатывания $U_{пор}$ амплитудного дискриминатора.

Максимальную длительность модулированного строба можно найти из выражения (2), приняв за шаг укладки шин планшета максимально допустимую величину $x = x_{\max} = \theta$, где θ – конструктивная постоянная, определяемая, согласно [4,5], из выражения

$$\theta = \sqrt{r^2 + h^2}.$$

Для рассматриваемого значения координаты точного отсчета выражение тайм-координатной характеристики будет иметь вид:

$$t_{mc} (\max) = \tau_{\Sigma} \cdot \ln \left[K_{стр} \cdot \ln \frac{\theta + r}{\theta - r} \right]. \quad (3)$$

Для улучшения эксплуатационных характеристик устройства, в частности для обеспечения устойчивого наладочного режима, длительность опорных сигналов следует брать несколько больше максимальной длительности модулированного строба, подсчитываемой из выражения (3). Это касается и крайнего случая, когда длительности двух опорных сигналов равны между собой, т. е. когда скважность импульсной последовательности равна двум.

Отмеченное условие связано с тем, что коэффициент стробирования является величиной, зависящей от многих параметров, часть из которых не являются абсолютно постоянными величинами как во времени, так и в пространстве при изменении координаты точного отсчета.

Непостоянство компонент, образующих коэффициент стробирования, приводит к дрейфу во временной области модулированного строба. Поэтому длительность опорного сигнала должна приниматься с некоторым коэффициентом k_3 временного запаса, т. е.

$$t_{оп} = k_3 t_{mc} (\max).$$

Конкретное значение коэффициента запаса зависит от условий эксплуатации устройства, технологии изготовления координатных шин, материала планшета, схемотехнического решения ключей коммутации, а также от требований к степени заменяемости элементов ФИС и других элементов устройства. При разработке различных вариантов ФИС, выполненных на стандартной серии микросхем транзисторно-транзисторной логики было установлено, что значение $k_3 = 2$ можно считать оптимальным значением, которое практически учитывает все перечисленные дестабилизирующие факторы.

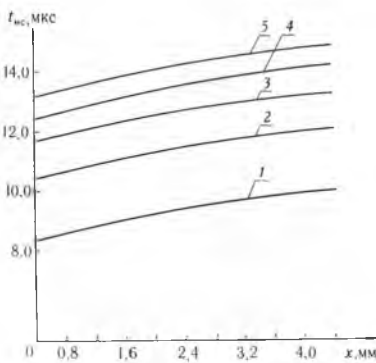


Рис. 1. Тайм-координатные характеристики, построенные для ФИС с $\tau_{\Sigma} = 3,0$ мкс, $h = 3$ мм, $r = 1$ мм, $U_{пор} = 100$ мВ, при различных значениях коэффициента стробирования (1— $K_{стр} = 5$, 2—10, 3—15, 4—20, 5—25)

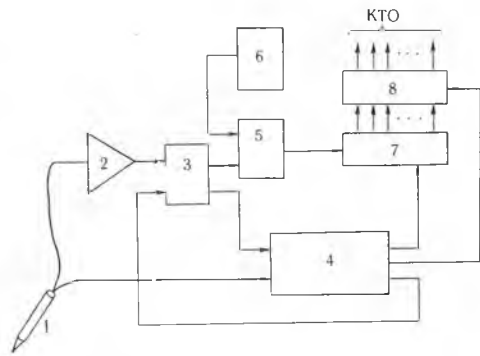


Рис. 2. Блок-схема формирователя кода точного отсчета:

1—графическое индукционное перо, 2—усилитель считывания, 3—фазоимпульсный селектор, 4—блок управления устройством, 5—элемент И, 6—генератор эталонной частоты, 7—счетчик точного отсчета, 8—триггерный регистр, КТО—код точного отсчета

Из приведенных на рис. 1 кривых тайм-координатных характеристик, построенных для ФИС с конкретными конструктивно-электрическими параметрами, можно сделать вывод о том, что длительность выходных импульсов ФИС имеет квазилинейную зависимость от координаты точного отсчета. Отсюда вытекает простой способ кодирования этой координаты путем заполнения временного интервала выходного импульса ФИС импульсами эталонной частоты. По числу импульсов в пакете в этом случае можно судить о величине координаты точного отсчета.

Блок-схема узла кодирования координаты точного отсчета, реализующая, согласно [3], предлагаемый способ, приведена на рис. 2. Отсутствие схем линеаризации делает привлекательным этот способ для построения устройств, работающих в режиме реального времени, которые в силу наличия пишущего элемента с графитовым или иным стержнем не требуют «сверхвысокой» точности преобразования координаты в цифровой код.

Численное моделирование t_{mc} на основе выражения (3) показало, что времяимпульсное кодирование координаты точного отсчета позволяет получить дискретность отсчета не хуже 0,07 мм, что хорошо согласуется с экспериментом [1], проведенным на натурном макете ФИС, спроектированного с учетом отмеченных рекомендаций.

Список литературы

1. Х а ц и р е в и ч В. Г., Я к у ш е в А. К. Фазоимпульсный селектор для устройства графического ввода планшетного типа//Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 1: Физ. Мат. Мех. 1992. № 3. С. 34.
2. Х а ц и р е в и ч В. Г., М у х а р с к и й А. М., Я к у ш е в А. К. Устройство для считывания графической информации: А. с. 1728872 СССР//БИ. 1992. N 15.
3. Х а ц и р е в и ч В. Г., М у х а р с к и й А. М. Устройство для считывания графической информации: А. с. 1735881 СССР//БИ. 1992. № 19.
4. Х а ц и р е в и ч В. Г., М у х а р с к и й А. М., Я к у ш е в А. К. Расчет параметров планшетного устройства графического ввода//Автометрия. 1991. № 3. С. 41.
5. Х а ц и р е в и ч В. Г. Численный анализ параметров устройства графического ввода//Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 1: Физ. Мат. Мех. 1992. № 1. С. 29.

Поступила в редакцию 31.05.93.