

Таким образом, эксперименты показывают на удовлетворительное совпадение рассмотренной модели с аналитическим выражением.

#### Литература

1. Баум Ф.А., Орленко Л.П., Станюкович К.П., Чельшев В.П., Шахтер Б.И. Физика взрыва. - М.: Наука, 1975.
2. Drapatz S, Michel K.W. Theory of shock-wave ionization upon High-velocity impact of Micrometeorites. *Z. Naturforsch*, 1974, 29a, p. 870.
3. Семкин Н.Д., Коныхов Н.Е. К расчету импульса тока в плоской конструкции преобразователя для регистрации высокоскоростных частиц. - Изв. вузов СССР. Сер. Приборостроение, 1982, т. XXV, № 8, с. 24.
4. Исследование на установке "Конус-2". - В кн.: Электрофизические процессы при импульсном разряде. - Чебоксары: Вып. I, 1972, с. 64.
5. Dietzel H, Eichhorn G, Fechtig H, Grün E, Hoffman H-J, Kissel J. The Neos 2 and Helios micrometeoroid experiments. *J. Phys. Sci. Instrum.* 1973, 6, 3, p. 209-217.

УДК 621.383

А.О.Н о в и к о в

#### КОДИРУЮЩИЙ ФОТОПРИЕМНИК ДЛЯ ДВУХОТСЧЕТНОГО ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ В КОД

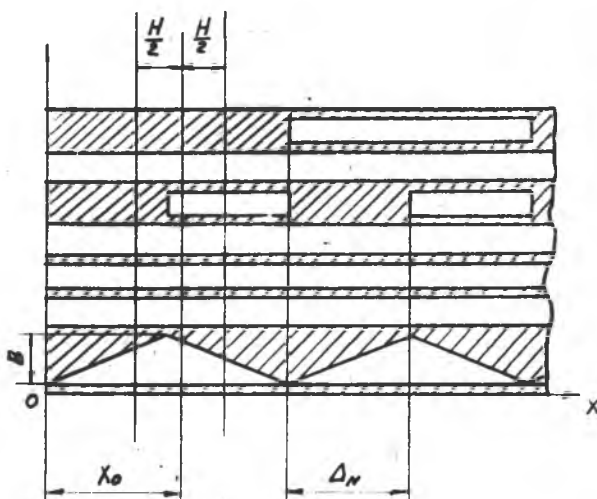
В настоящее время широкое развитие получили системы автоматического управления и контроля, в состав которых входит ЦВМ, в связи с чем разработка прецизионных устройств преобразования аналоговой информации в цифровой код приобрела особую актуальность. Одним из самых распространенных аналого-цифровых преобразователей (АЦП) являются преобразователи линейного или углового перемещения в код, причем, наиболее перспективными с точки зрения позиционности, разрешающей способности, возможности реализации функциональной зависимости считаются фотоэлектрические АЦП [1, 2]. Совмещение кодирующего и фотоприемного элементов в один функциональный узел существенно сокращает габаритно-весовые показатели преобра-

зователя, уменьшает момент инерции подвижной части, повышает технологичность конструкции [3].

Наиболее простой и технологичной конструкцией такого кодирующего фотоприемника (КФП) является фотодиодная матрица, профилированная по определенному закону, позволяющему снимать сигналы с КФП непосредственно в двоичном параллельном коде. Реализации КФП по полупроводниковой технологии снижает погрешность изготовления его линейных размеров до 1-2 мкм, поэтому основным элементом, определяющим разрешающую способность преобразователя, является устройство формирования светового зонда (УФСЗ). Приемлемым результатом для достаточно простого УФСЗ можно считать  $H \approx 0,05$  мм, где  $H$  - ширина светового зонда.

Возможность работы преобразователя при  $H > \Delta_N$ , показана в [3], где  $\Delta_N$  - шаг младшего разряда КФП; однако сложная зависимость коэффициента модуляции сигнала от величины  $H/\Delta_N$  приводит к усложнению конструкции УФСЗ и необходимости применения дополнительных устройств вставки.

Одним из способов повышения разрешающей способности КФП является применение дополнительного канала точного отчета.



Р и с. 1. Кодирующий фотоприемник

На рис. 1 представлены два младших разряда канала грубого отсчета, элемент канала точного отсчета и дополнительный непрофилированный элемент опорного сигнала. При рассмотрении сигналов, поступающих с КФП, примем ряд допущений: 1) токосъемные элементы имеют бесконечно большую проводимость; 2) световой зонд представляет собой узкую полосу с шириной  $H$  и равномерным распределением интенсивности света по сечению; 3) отсутствует продольная диффузия носителей в полупроводнике; 4) глубина залегания  $p$ - $n$  переходов меньше диффузионной длины носителей.

Тогда, согласно [4], выражение для фототока, возникающего при освещении световым зондом профилированных  $p$ - $n$  переходов, будет иметь вид  $I_{\Phi} = K_{\Phi} S$  где  $S$  - площадь освещенного участка  $p$ - $n$  перехода;  $K_{\Phi}$  - коэффициент пропорциональности.

При этом для разрядов грубого отсчета, для которых выполняется условие  $H < \Delta_i$  (где  $\Delta_i$  - размер профилированного элемента  $i$ -го разряда КФП) при перемещении светового зонда вдоль оси  $X$  фототок  $I_{\Phi}(x)$  изменяется по трапецеидальному закону, а для канала точного отсчета - по закону, определяемому выражением

$$I_{\Phi} = K_{\Phi} \int_{x-\frac{H}{2}}^{x+\frac{H}{2}} f(x) dx \quad (1)$$

Функция  $f(x)$  выражает закон изменения ширины открытого участка  $p$ - $n$  перехода канала точного отсчета от координаты  $x$  и в данном случае имеет вид

$$f(x) = B \left[ (-1)^{L_2} \frac{x - \Delta_N(1+L_1)}{\Delta_N} \right], \quad (2)$$

где  $B$  - максимальная ширина светочувствительной дорожки;  
 $\Delta_N$  - линейный размер элемента младшего разряда канала грубого отсчета;

$$L_1 = \text{entier} \frac{x}{2\Delta_N} - \text{целая часть } \frac{x}{2\Delta_N};$$

$$L_2 = \text{entier} \frac{x}{\Delta_N} - \text{целая часть } \frac{x}{\Delta_N}.$$

Решение уравнения (1) с учетом (2) и  $H \leq \Delta_N$  имеет вид

$$I_{\Phi} = K_{\Phi} B \left[ H - \frac{H^2}{4\Delta_N} - \frac{(x - \Delta_N)^2}{\Delta_N} \right], \quad \text{при } \Delta_N - \frac{H}{2} < x < \Delta_N + \frac{H}{2};$$

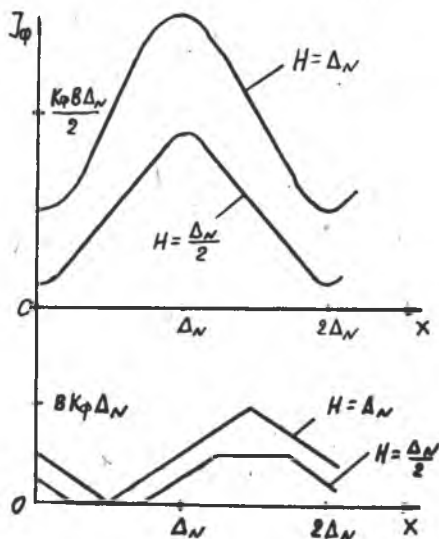
$$I_{\Phi} = \frac{K_{\Phi} B H}{\Delta_N} \left[ \Delta_N - (-1)^{L_2} (\Delta_N - x) \right], \quad \left. \begin{array}{l} \text{при } \frac{H}{2} \leq x \leq \Delta_N - \frac{H}{2}; \\ \Delta_N + \frac{H}{2} \leq x \leq 2\Delta_N - \frac{H}{2}; \end{array} \right\} \quad (3)$$

$$I_{\Phi} = \frac{K_{\Phi} B}{\Delta_N} \left[ \frac{H^2}{4} + (x - 2\Delta_N)^2 \right], \quad \text{при } 2\Delta_N - \frac{H}{2} < x < 2\Delta_N + \frac{H}{2}.$$

Уравнение (3) справедливо для отрезка  $\frac{H}{2} \leq x \leq 2\Delta_N + \frac{H}{2}$  и охватывает один период изменения фототока  $I_\Phi(x)$ , поэтому выражение (3) может быть получено для всего интервала  $0 \leq x \leq x_{\max}$  путем сдвига оси ординат на величину  $2\Delta_N n$ , где  $n = 1, 2, 3, \dots$

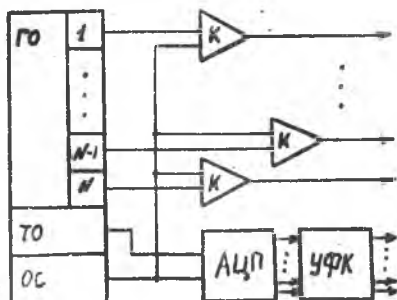
График зависимостей  $I_\Phi(x)$  для младшего разряда канала грубого отсчета и канала точного отсчета приведены на рис. 2 для значений  $H = \Delta_N$ ,  $H = \frac{\Delta_N}{2}$ .

Функциональная схема блока обработки сигналов КФП показана на рис. 3.



Р и с. 2. Зависимости фототока от перемещения

Аналоговый сигнал канала точного отсчета и опорный сигнал поступают на АЦП и далее - в виде параллельного двоичного кода устройство формирования кода (УФК), которое управляется сигналом с младшего разряда канала грубого отсчета. Причем, при наличии выходы младшего разряда канала грубого отсчета логического "0" УФК на выход поступает параллельный двоичный код с АЦП; а логической "1" - дополнительный код.



Р и с. 3. Функциональная схема блока обработки сигналов КФП

Таким образом, применение двухсчетного КФП позволяет повысить разрешающую способность фотоэлектрического преобразователя до величины порядка 5-10 мкм, применяя достаточно простое УФСЗ.

#### Литература

1. Катус Г.П. Оптико-электронная обработка информации. - М.: Машиностроение, 1973. - 448 с.
2. Коныхов Н.Е. Электромеханические функциональные преобразователи. - М.: Машиностроение, 1977.
3. Матюнин С.А., Новиков А.О. Конструктивно-режимные особенности кодирующего фотоприемника преобразователя угол-код. - В кн.: Системы автоматики и управления. - Уфа, 1984.
4. Рывкин С.М. Фотоэлектрические явления в полупроводниках. - М.: Физматгиз, 1963.

УДК 681.2.08

О.П.С к о б е л е в

#### СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ МЕТОДОВ ТЕСТОВЫХ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ И ИХ СИСТЕМАТИЗАЦИЯ

Методы тестовых переходных процессов (МТПП) предполагают искусственное возбуждение переходного процесса в измерительной цепи с датчиком и последующее преобразование реакции цепи в выходной сигнал, соответствующий входному сигналу датчика.