

уменьшает β и H_c . Изменение микротвердости и физического уширения дифракционных линий и параметра элементарной ячейки при изохронном отжиге в интервале 100...300° С целесообразно связать с появлением метастабильных квазикристаллических фаз, выделение которых предшествует появлению стабильной фазы Al_6Mn при изотермическом отжиге [4].

Литература

1. Мондольфо Л. Ф. Структура и свойства алюминиевых сплавов. — М.: Металлургия, 1979. — 640 с.
2. Мирошниченко И. С. Закалка из жидкого состояния. — М.: Металлургия, 1982. — 168 с.
3. Вассерман Г., Гревен И. Текстуры металлических материалов. — М.: Металлургия, 1969. — 654 с.
4. Колачев Б.А., Габидулин Р. М., Пигузов Ю. В. Технология термической обработки цветных металлов и сплавов. — М.: Металлургия, 1980. — 280 с.

УДК 621.384.2

КОНТУРНЫЙ ДЕТЕКТОР НА ОСНОВЕ КООРДИНАТНО-ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ФОТОПРИЕМНИКА. ПРИНЦИПЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Д. В. Лисовский, Л.И. Шадурская, В. Б. Яржембицкий

Автоматизация производственных процессов в настоящее время немаловажна без систем технического зрения (СТЗ). Совершенствуется как элементная база СТЗ (в частности, видеодатчики), так и принципы обработки и распознавания визуальной информации. В круг задач СТЗ входят: распознавание объектов (деталей, заготовок и др.) простейших типов [1], определение их координат, размеров, угла ориентации, что характерно для процессов сортировки и манипулирования объектами. Такие задачи могут быть эффективно решены на основании анализа теневых изображений этих объектов. Контроль теневых изображений упрощается с применением анализатора [2], функцией которого является выделение линии контура изображения объекта (контурного детектора).

В литературе подробно описан координатно-чувствительный фотоприемник (КЧФ) на основе продольного фотозффекта [3], особенности функционирования которого позволяют использовать его в качестве основы для построения контурного детектора с применением линейного или радиального целевого сканирования.

В общем случае, теневое изображение плоского компактного объекта произвольной формы, воспринимаемое анализатором изображения в виде светового пятна, падающего на фоточувствительный слой, характеризуется постоянной по площади освещенностью E_n при наличии некоторой фоновой освещенности E_D , распределенной по площади фоточувствительного слоя. Множество точек K , лежащих на границе раздела области светового пятна и области фона при $E_n \gg E_D$, составляет линию контура изображения объекта, которая несет информацию о его форме, размерах и ориентации.

Допустим, световой поток от объекта, падающий на фоточувствительный слой КЧФ, формируется устройством линейного щелевого сканирования, моделью которого служит непрозрачный экран со щелью (см. рис. 1, а), осуществляющий сканирование объекта, ноказанного штриховой линией, с постоянной скоростью u в направлении, указанном стрелкой. В этом случае устройство сканирования с дискретностью q преобразует теневое изображение объекта в совокупность линейных элементов Z_1, Z_2, \dots, Z_n , параллельных одной из осей прямоугольной системы координат, условно помещенной в плоскость изображения, и равномерно распределенных во времени вдоль другой оси в соответствии с рис. 2 (линейные элементы представлены в виде прямоугольников, площадь которых соответствует площади реальных элементов, в целях упрощения математического описания).

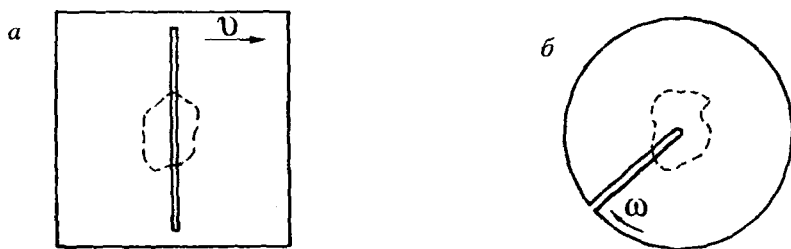


Рис. 1. Модели устройств сканирования

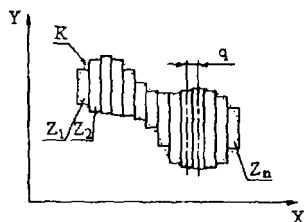


Рис. 2. Представление изображения совокупностью линейных элементов:

При этом в произвольный момент времени t_i на фоточувствительный слой КЧФ проецируется только один линейный элемент изображения Z_i шириной d , равной ширине сканирующей щели (см. рис. 3,а).

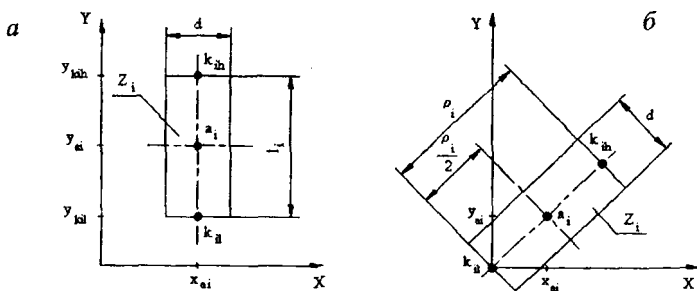


Рис. 3. Элементы изображения

На этом элементе можно выделить характерные точки a_i, k_{il}, k_{ih} . Точка a_i с координатами x_{ai}, y_{ai} соответствует энергетическому центру тяжести элемента изображения Z_i . Точки k_{il} с координатами x_{ai}, y_{kil} и k_{ih} с координатами x_{ai}, y_{kih} представляют собой крайние точки элемента изображения Z_i , причем $k_{il}OK, k_{ih}OK$. Расстояние между точками k_{il} и k_{ih} определяется длиной элемента изображения l_i . Значения x_{ai}, y_{ai}, l_i связаны [3] с напряжениями U_x, U_y и U между соответствующими электродами КЧФ (в соответствии с рис. 4) выражениями (1), (2), (3) соответственно.

$$x_{ai} = \frac{S}{S_{np}} \cdot \frac{U_x}{U} \quad (1)$$

где S — чувствительность фотоприемника в режиме поперечного фотоэффекта; S_{np} — чувствительность фотоприемника в режиме продольного фотоэффекта.

$$y_{ai} = \frac{S}{S_{np}} \cdot \frac{U_y}{U} \quad (2)$$

$$l_i = \frac{U}{SE_H d} \quad (3)$$

Совокупность значений x_{ai}, y_{ai}, l_i для всех $i = 1, 2, \dots, n$ дает полное координатное описание линии контура теневого изображения объекта.

Если световой поток от объекта, падающий на фоточувствительный слой КЧФ, формируется устройством радиального щелевого сканирования, моделью которого служит непрозрачный диск со щелью (см. рис. 1,б), осуществляющий сканирование объекта в процессе вращения с постоянной скоростью w , то линейный элемент изображения Z_i , проецируемый на фоточувствительный слой КЧФ в произвольный момент времени t_i имеет вид, приведенный на рис. 3,б. В этом случае длина элемента изображения определяется радиус-вектором r_i . Совокупность значений координат x_{ai}, y_{ai} энергетического центра тяжести элемента изображения Z_i , для всех $i = 1, 2, \dots, n$ дает полное координатное описание линии контура теневого изображения объекта.

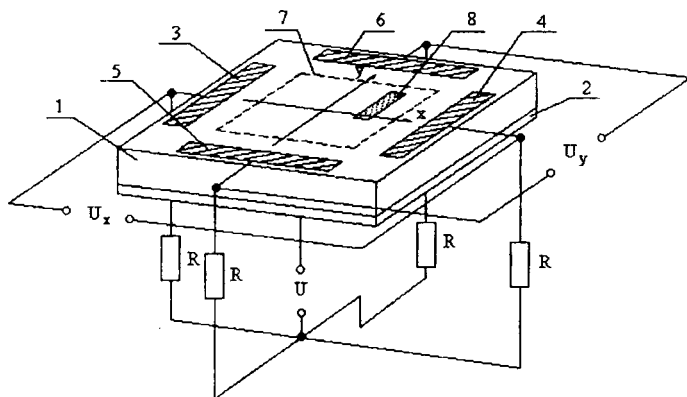


Рис. 4. Схема включения координатно-чувствительного фотоприемника: 1 — базовая область p-n-перехода; 2 — эмиттерная область p-n-перехода; 3, 4 — базовые электроды в направлении X; 5, 6 — базовые электроды в направлении Y; 7 — проекция границы поля зрения устройства сканирования; 8 — элемент изображения Z_i

Контроль теневого изображения объекта наблюдения может быть осуществлен на основании анализа зависимостей $U_y(U_x)$, $U(U_x)$ при использовании линейного щелевого сканирования и $U_y(U_x)$ при использовании радиального щелевого сканирования. Однако, непосредственное использование этих зависимостей неудобно для анализа изображений. Кроме того, они подвержены влиянию изменений величины падающего светового потока Φ . Поэтому в данном случае целесообразным является анализ зависимостей нормированных величин U_{yn}^+ , U_{yn}^- , U_{yn} определяемых выражениями (4), (6), (7) соответственно, от нормированной величины U_{xn} , определяемой выражением (8).

$$U_{yn}^+ = \frac{U_y}{U} + \frac{\eta U}{2} \quad (4)$$

где h — коэффициент пересчета поперечного напряжения.

$$\eta = \frac{S_{np}}{S^2 E_H d} \quad (5)$$

$$U_{yn}^- = \frac{U_y}{U} - \frac{\eta U}{2} \quad (6)$$

$$U_{yn} = \frac{U_y}{U} \quad (7)$$

$$U_{xn} = \frac{U_x}{U} \quad (8)$$

Характер зависимостей U_{yn}^+ (U_{xn}^+), U_{yn}^- (U_{xn}^-) и U_{yn} (U_{xn}) при линейном и радиальном сканировании изображения плоского объекта квадратной формы произвольной ориентации представлен на рис 5,а и рис 5,б соответственно. Следует отметить, что подобное представление выходных сигналов позволяет восстанавливать форму изображения объекта, что существенно облегчает его анализ.

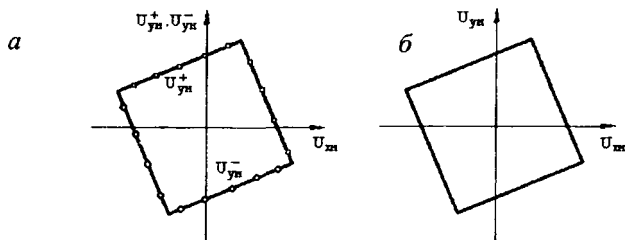


Рис. 5. Представление выходных сигналов КЧФ зависимостями нормированных величин

Литература

1. Козырев Ю.Г. Промышленные роботы: Справочник. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1988. — 392 с.: ил.
2. Якушенков Ю.Г. Теория и расчет оптико-электронных приборов. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1989. — 360 с.: ил.
3. Павлов А.В. Оптико-электронные приборы (Основы теории и расчета). — М.: Энергия, 1974. — 360 с.: ил.