

УДК 004.932

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ИДЕНТИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОК НА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПЛАСТИНАХ

Данилин К.Д. (МГТУ “СТАНКИН”)

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Семенищев Е. А.
(МГТУ “СТАНКИН”)

Введение. Технология производства интегральных схем состоит из последовательности технологических операций: выращивания монокристаллического кремния, резка кремния на пластины, формирование рисунка интегральных схем и последующее разделение пластин на отдельные кристаллы. Для обеспечения контроля технологического цикла наносятся технологические метки. Увеличение объемов производства микроэлектронных компонентов требует разработки программного обеспечения, способного автоматизировать процесс распознавания меток в производственных условиях [1].

Основная часть. В рамках настоящего исследования рассматриваются два подхода к автоматической идентификации технологических меток на полупроводниковых пластинах. Оба метода основаны на вычислении нормализованной кросс-корреляции между референсом и исходным изображением пластины. [2]

1) Первый подход ориентирован на компенсацию угловых отклонений пластины в технологической установке. Референс последовательно поворачивается с шагом 1 градус в диапазоне от -4 до +4 градусов, после чего для каждого угла выполняется корреляционный поиск.

2) Второй подход предназначен для работы в условиях неопределенности масштаба изображения. Эталонное изображение подвергается повторной выборке с коэффициентами масштабирования от 0.5 до 2.0, что соответствует 30 шагам шкалы и обеспечивает инвариантность к изменению расстояния съемки и технологическим допускам на размеры меток.

Для снижения уровня высокочастотного шума, обусловленного воздействием внешних электромагнитных помех, и сглаживания мелких текстурных неоднородностей, применяется размытие функцией Гаусса. Дополнительно применяется процесс выравнивания гистограммы изображения, позволяющий компенсировать неравномерность освещения рабочей зоны и/или перепады контрастности, возникающие при съемке различных участков пластины [3]. В результате работы обоих алгоритмов на изображении формируется множество кандидатов, соответствующих позициям, где значение коэффициента корреляции превышает заданный порог. Корреляционным методам поиска характерно формирование кластеров срабатываний вокруг истинного положения объекта, что обусловлено плавным изменением функции корреляции в окрестности максимума. Для устранения данного эффекта применяется метод подавления немаксимумов.

Выводы. Проведен анализ методов поиска технологических меток на полупроводниковых пластинах и разработаны алгоритмы их идентификации на основе корреляционного подхода.

Список использованных источников:

1. Алексеенко С. П., Антиликаторов А. Б., Чирков О. Н. АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ ОПТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПЛАСТИН НА МАШИННОМ ОБУЧЕНИИ //Вестник Воронежского института МВД России. – 2025. – №. 4. – С. 121-130.

2. Рубцов Ю. В., Малышев В. Э., Назаренко А. А. Автоматизированный визуальный контроль качества изделий микроэлектроники методом сравнения шаблонов.

«Радиоэлектронная отрасль: проблемы и их решения» //Москва. – 2024.

3. Danilin, Kirill, et al. "System for determining the structure and control of orientation of simple shape elements for machine vision systems." Artificial Intelligence in Photonics. Vol. 13727. SPIE, 2025.