

Список использованных источников

1. Yang, B. Digital Beamforming-Based Massive MIMO Transceiver For 5g Millimeter-Wave Communications / B. Yang, Z. Yu, J. Lan, R. Zhang [et al.] // IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques. – 2018. – Vol. 66, № 7. – P. 3403–3418. – DOI: 10.1109/TMTT.2018.2829702.

2. Нечаев, Ю. Б. Исследование цифрового диаграммообразования для оптимального помехо- и шумоподавления в антенных решетках различной формы с направленными излучателями / Ю. Б. Нечаев, И. В. Пешков // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. – 2022. – Т. 25, № 2. – С. 73-82. – DOI 10.18469/1810-3189.2022.25.2.73-82.

3. Пешков, И. В. Способ построения двухэлементной цифровой антенной решетки для оценки угловых координат радиосигналов со сверхразрешением с повышенной точностью на основе нижней границы Крамера-Рао / И. В. Пешков // Журнал радиоэлектроники. – 2024. – № 2. – DOI 10.30898/1684-1719.2024.2.11.

Пешков Илья Владимирович, к.физ.-мат.н., доцент, ilvpeshkov@gmail.com
Фортунова Наталия Александровна, к.т.н., доцент, зав. каф., fortuna@elsu.ru.
Дорохин Александр Юрьевич, асп., dorohin.alexandr48region@gmail.com

УДК 621.3

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УСТАНОВОК АВТОМАТИЧЕСКИХ ОПТИЧЕСКИХ ИНСПЕКЦИЙ

А.С. Артюшина, В.А. Зеленский

«Самарский национальный исследовательский университет имени
академика С.П. Королёва», г. Самара

Контроль паяных соединений печатной платы необходим для правильной работы электрической схемы, повышения надежности и срока службы изделия. Визуальный контроль играет большую роль в проверке паяных соединений и выявлении недостатков. В настоящее время для контроля используются два метода – ручная и автоматическая оптические инспекции. Наибольший интерес представляет второй способ, являющийся целью данного исследования.

В простом варианте автоматическая оптическая инспекция (АОИ) представляет собой установку, оснащенную оптическим увеличивающим оборудованием, камерами и блоком анализа изображений. Система делает изображения тестируемого образца, а затем сверяет его с базой данных допустимых значений и дефектов. Этот метод позволяет оценить наличие и отсутствие электронных компонентов, точность их установок, качество паянных соединений. Несмотря на свою высокую стоимость, АОИ позволяет ускорить тестирование больших партий продукции и, следовательно, снизить расходы на отбраковку. В таблице 1 приведены методики проведения АОИ.

Таблица 1 – Сравнение методик проведения АОИ

Название	Принцип работы
Многочастотный муар (аналоговый)	Формирование с помощью аналоговых проекторов «муаровых узоров» на поверхности инспектируемого объекта, считывание информации камерой, расчет по алгоритму точных геометрических характеристик объекта и построение 3D визуализации
Многочастотный муар (DLP- digital light projector)	Формирование с помощью матриц цифровых проекторов «муаровых узоров» на поверхности инспектируемого объекта, считывание информации камерой, расчет по алгоритму точных геометрических характеристик объекта и построение 3D визуализации
Лазерное измерение	3D реконструкция исследуемого компонента путем лазерной триангуляции
2D метод	Снимок объекта с использованием многоуровневой кольцевой RGB подсветки, анализ и подсчет снятых камерой пикселей определенного цвета, дальнейшая реконструкция либо сравнение с эталоном

В данный момент установки АОИ разрабатываются в Южной Корее (KohYoung, PEMTRON, PARMi), Китае (1ClickSMT, MagicRay, ALeader).

В данной работе проведен сравнительный анализ установок автоматических оптических инспекций, приведена таблица с принципом работы различных методов АОИ.

Список использованных источников

1. Домницкий, В. К. Оптические системы инспекции в качестве инструмента контроля элементов печатных плат: первичные требования [Текст] / В. К. Домницкий, Д. А. Гришин // Вестник науки. 2023. №6 (63).
2. Каширин, Н. В. Система автоматической оптической инспекции печатных плат [Текст] / Н.В. Каширин, Т.С. Ходатаева, А.И. Аверина, А.Е. Гурьянов // Nanoindustry Russia 18(11s):441

Артюшина Анастасия Сергеевна, аспирант гр. науч. спец. 2.2.8, as.artushina@yandex.ru.

УДК 533.9 + 621.382

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ЧАСТИЦ, ФОРМИРУЕМЫХ В ПЛАЗМЕ ВГР, НА ПАРАМЕТРЫ СКРАЙБИРОВАНИЯ ПЛАСТИН КРЕМНИЯ

И.Р. Яхин, С.В. Кричевский, В.А. Колпаков
«Самарский национальный исследовательский университет имени
академика С.П. Королёва», г. Самара