

УДК 531.7 + 621.9.01

СОЗДАНИЕ И СЧИТЫВАНИЕ QR-КОДОВ МЕТОДАМИ СКАНИРУЮЩЕЙ СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ

Жуков М.В. – к.т.н., м.н.с.

(Институт аналитического приборостроения Российской академии наук)

Введение. Quick Response codes (QR-коды) являются удобным и современным средством для маркировки товаров, кодирования и хранения информации в компактной графической форме. Данный код является улучшенной версией штрих-кода, содержащего информацию в виде черно-белых полосок разной толщины и следования. Преимуществом такого отображения является возможность быстрого считывания закодированной в коде информации с помощью технических средств [1]. В отличие от штрих-кода, QR-коды несут в себе больше информации, а также имеют специальные угловые метки, позволяющие ускорить процесс распознавания и считывания кода. Расширение информации объясняется тем, что в штрих-коде информация зашифрована только по одной из осей, тогда в QR-коде шифруется по обеим осям (XY) в латеральной плоскости, т.е. является графической двумерной матрицей. В связи с тем, что QR-коды являются физическими двумерными изображениями, возможно варьирование их масштаба вплоть до микро- и наноразмеров методами нанолитографии [2], что важно как для повышения количества хранимой информации на единицу площади, так и для их использования в качестве миниатюрных меток в торговле и производстве. Миниатюрные QR-метки могут использоваться в качестве средств защиты изделий, документов и ценных бумаг от фальсификации, а также для маркировки микро- и наноразмерной продукции. Отдельным направлением, возникшим не так давно, является формирование прозрачных трехмерных QR-кодов («обманчивый QR-код») [3]. В данном случае защитой от подделки является здание о направлении сканирования такого кода в пространстве.

Основная часть. В данной работе рассматривается возможность создания и считывания QR-кодов методами сканирующей силовой микроскопии (ССМ) и литографии. Для создания QR-кодов был использован прибор NanoTutor (НТ-СПб) в режиме динамической силовой литографии. В ходе работ были изготовлены W зонды методом электрохимического травления. Была подобрана оптимальная форма зонда (длина зонда, телесный угол) для повышения устойчивости в режиме силовой литографии. Сформирован набор вертикальных штрих-кодов (UPC-код) и QR-кодов разного размера на гладких подложках из поликарбоната. Изучены параметры создания структур при литографии, такие как скорость воздействия, сила воздействия, время задержки зонда в точке, разрешение структуры и физические размеры зоны воздействия. Перед процессом литографии выбиралось гладкое и чистое место для снижения разброса рельефа по оси Z и улучшения качества формируемой структуры кода. Проведено изучение сформированных кодов методом ССМ и их распознавание в QR-сканерах по ССМ-изображениям. Проведено улучшение технологии создания QR-кодов путем поточечного нанесения темных участков рельефа кода, что улучшило считывание кода. Для обработки ССМ-данных и улучшения считывания также применялись программы Gwiddeon, ImageJ и Wolfram Mathematica.

Выводы. Таким образом, показано, что применение методов сканирующей силовой микроскопии (ССМ) и литографии позволяет успешно создавать и считывать QR-коды на поверхности плоских объектов, имеющих жесткость ниже жесткости зонда. При этом сформированное изображение имеет не только боковые размерности, но и высоту, то есть представляет собой трехмерный объект, что также может быть использовано как еще одна из метрик для повышения защиты кода.

Список использованных источников:

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 18004-2015. Информационные технологии. Технологии автоматической идентификации и сбора данных. Спецификация символики штрихового кода QR Code. Дата введения в действие: 01.02.2016.
2. Pimpin A., Srituravanich W. Review on micro-and nanolithography techniques and their applications //Engineering Journal. 2012. 16(1). P. 37-56.
3. Peng H. et al. Fabricable Unobtrusive 3D-QR-Codes with Directional Light //Computer Graphics Forum. 2020. 39(5). P. 15-27.