ЗАПИСЬ СКРЫТЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В DOT-MATRIX ГОЛОГРАММАХ

А. А. Казак

В последнее время большой интерес вызывает так называемая прикладная оптика. Одним из ярких примеров внедрения технологии, основанной на таком фундаментальном явлении как интерференция света, является dot-matrix голография. В современном мире огромное внимание уделяется защите различных продуктов от подделок. Основным способом избежать сбыта и распространения поддельной и как следствие зачастую недоброкачественной продукции является нанесение на упаковку или на сам конечный продукт отражательных голограмм. Эти защитные знаки представляют собой ничто иное, как рельефный дифракционный элемент, со своими степенями защиты, такими как микротекст, скрытые изображения и т.д. Использование различных технологий создания таких голограмм позволяет избежать подделки и копирования ее самой. Основной и наиболее распространенной технологией создания защитных голограмм является технология dot-matrix.

Целью данной работы являлось изучение различных и наиболее распространенных схем создания dot-matrix голограмм. Так же основной задачей было изучение записи защитных голограмм на имеющейся установке Sparkle I. Большое внимание уделялось определению способа создания в dot –matrix голограммах такой степени защиты, как скрытое изображение. Были определены возможности создания точек скрытого изображения в матрице основной голограммы на имеющемся оборудовании.

Голограммы dot-matrix являются особым типом голограмм. Они определяются как голографическое изображение, созданное путем объединения множества маленьких точек, представляющих собой микроскопические дифракционные решетки на плоской или кривой поверхности. Отличие этого изображения от полученного с помощью методов «традиционной» голографии лежит в самом процессе его создания, внешнем виде и производимом визуальном эффекте. Dot-matrix голограммы создаются с помощью компьютеризированного процесса, в котором изображение, созданное на ЭВМ, загружается в систему записи голограмм, формирующую конечный набор дифракционных решеток на фоторезисте. Для первоначального формирования желаемых изображений может быть использован практически любой имеющийся коммерчески доступный графический пакет. Уникальность создаваемых таким образом голограмм заключается в создании матрицы дифрагирующих точек, которая позво-

ляет при использовании определенных методов записи комбинировать динамические и трехмерные эффекты, создавать дополнительные уникальные особенности каждой записанной голограммы, такие, как, например, скрытые изображения.

Практически все машины для создания dot-matrix голограмм используют двухлучевую оптическую схему, формируя каждую точку конечного изображения интерференцией двух лазерных пучков. Основная идея, лежащая в основе процесса создания dot-matrix голограммы – это создание графического фильтра, который образуется из первоначального графического компьютерного изображения, состоящего из серии пикселей. Конечная голограмма представляет собой матрицу дифракционных точек, каждой из которых соответствует свой пиксель первоначального изображения. Все пиксели отражают определенную длину волны падающего света под определенным углом, определяемым параметрами решетки. Суммарный эффект от всех пикселей записанной голограммы и создает те эффекты, которые предусмотрены первоначальным графическим проектом. Параметром каждой записываемой решетки являются период решетки, который определяется углом схождения двух когерентных пучков света. Естественно, что чем больше угол схождения, тем меньше период решетки. Вторым важным параметром является пространственная ориентация точечной дифракционной решетки, определяемая направлением схождения двух лазерных пучков.

Широкое внедрение в мировой практике и Республике Беларусь голографических элементов защиты различных видов продукции и ценных бумаг, а так же постоянно развивающаяся техника и технология производства голограмм, создает предпосылки для появления поддельных аналогов голографических защитных элементов. Для эффективного контроля используемой на внутреннем рынке голографической продукции необходимо решить две задачи. Первая задача состоит в разработке различных схем голографического кодирования защитных элементов, вторая – в создании компактных устройств декодирования этой информации.

Сегодня в мировой практике используются различные технологии защиты голограмм. Это и запись различного рода скрытых изображений, и внесение микротекста в общую картину записываемой голограммы, и создание определенных эффектов, обеспечивающих уникальность создаваемого защитного элемента.

Под скрытым изображением понимают изображение, которое нельзя увидеть при восстановлении голограммы без применения специальных средств или методов. К скрытым изображениям на данный момент относятся так называемые муаровые скрытые изображения, и CLR изображе-

ния, считываемые лазерным пучком определенной длины волны. Они в свою очередь разделяются по типам записи на аналоговые и dot-matrix. Изображения первого рода, вносимые, например, в так называемые радужные голограммы, отличаются тем, что информация о скрытом изображении равномерно распределена по всей поверхности голограммы или значительной ее части. Конечная сформированная голограмма восстанавливает в белом свете контрастное изображение объекта, а так же бесструктурный световой фон малой интенсивности, создаваемый множеством скрытых изображений, восстанавливаемых различными длинами волн белого света. При сужении ширины спектра восстанавливающего источника, например, при использовании лазерного света, происходит выделение одного направления восстановления скрытого изображения и его можно наблюдать в сфокусированном виде. Разработанный способ формирования и визуализации скрытого изображения для матричных голограмм поясняется на рисунке. Вся информация об изображении регистрируется на одном (или нескольких) локальном участке голограммы – области скрытого изображения. Скрытое изображение синтезируется путем многократной двумерной трансляции элементарной ячейки по заданному закону. Элементарная ячейка, размер которой намного меньше поперечного сечения считывающего лазерного пучка, содержит такой набор дифракционных точек (пикселей), которого достаточно для воспроизведения скрытого изображения один к одному (один пиксель элементарной ячейки – одна яркая точка восстановленного скрытого изображения). При этом период полос в интерференционном пятне и их ориентация подбираются таким образом, чтобы дифракция восстанавливающего луча происходила в заданном направлении, строя определенную точку восстановленного изображения. После того, как область скрытого изображения на матричной голограмме сформирована, она играет роль одной из большого количества ее локальных областей и, таким образом никак не влияет на воспроизводящие свойства матричных голограмм в целом. При освещении матричной голограммы белым светом скрытого изображения не видно. Однако, при определенном освещении голограммы лазерным источником оно может быть восстановлено.

В ходе работы использовалась двухлучевая машина записи dot-matrix голограмм Sparkle I производства AHEAD Optoelectronics. Для контроля ориентации решетки в данной схеме используется вращающаяся оптическая головка. Для изменения периода решетки путем изменения угла схождения пучков используется движущаяся система призм. Для изменения размера пятна применяется движущаяся фокусирующая линза. Запись голограмм велась с использованием излучения HeCd лазера на дли-

не волны 442 нм. Мощность лазера 40мВт. Мощность излучения на пластине порядка 1мВт. В качестве регистрирующей среды использовался фоторезист. Время экспонирования каждой точки 700 мкс, размер каждой точки при разрешении 400 точек на дюйм достигало 63 мкм. Время экспозиции контролировалось с помощью акусто-оптического затвора, вынесенного за схему самой установки.

Для формирования области скрытого изображения была просчитана определенная матрица точек. В качестве CLR скрытого изображения был выбран символ «X», которому соответствовала элементарная решетка пикселей. Величины градации серого для записываемых решеток были определены экспериментально. Так же экспериментально было обнаружено, что изменение величины градации серого на одну единицу соответствует повороту оптической головки, а, следовательно, и записываемой точечной дифракционной решетки, на 1,5 градуса. Цвета, определяющие точки изображения, соответствовали решеткам с периодом порядка 600 л/мм. В результате был записан пробный шаблон размером 0,25 см^2. Поскольку размер единичной ячейки всего 2×6 пикселей при стандартных размерах голограмм порядка 1 см^2 и соответствующем количестве точек, скрытое изображение, сформированное таким образом, не вносит заметных изменений в общую картину голограммы.

В результате проведенной работы был изучен процесс записи dot-matrix голограмм. Осуществлен анализ различных схем голографической записи точечных дифракционных решеток и отработаны методы записи различного вида голограмм. В ходе работы так же были определены оптимальные параметры записи dot-matrix голограмм на установке Sparkle I, и влияние градаций серого в файле записи голограммы на поворот полос, формирующих точечную решетку. Оценены периоды записываемых решеток. Рассмотрена запись скрытых изображений в сформированных массивах точек dot-matrix голограмм. Созданы элементарные ячейки скрытого изображения и проверена идентификация записанных символов при восстановлении записанной голограммы.

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СИСТЕМЫ ЦИРКОНИЙ-БЫСТРОРЕЖУЩАЯ СТАЛЬ Р6М5 ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ КОМПРЕССИОННЫХ ПОТОКОВ АЗОТНОЙ ПЛАЗМЫ

А. Г. Кононов, Н. Н. Черенда

Получение материалов с повышенными механическими свойствами поверхности является одной из основных задач материаловедения, пото-