

Нами предложена методика определения распределения степени конверсии полимера в слое ЖФПК с помощью определения относительной интенсивности характерных линий поглощения двойных связей олигомера по которым идет радикальная полимеризация.

Список литературы

1. Соловьев В.С., Бойко Ю.В.. Получение элементов компьютерной оптики на жидких фотополимеризующихся композициях. // Компьютерная оптика.– М.: МЦНТИ, 1990. – Вып.8. - С.74 - 76.
2. Киреев В.Ю. Данилин Б.С. Кузнецов В.И. Плазмохимическое и ионно-химическое травление микроструктур М.: Радио и связь, 1983. 128 с.
3. Donald Sweeney and Gory. Sommorgeren Hormonic diffractive leenes. // Applied Optics, 1995. V.34, № 14, p. 2469-2476.
4. Карпеев С.В., Соловьев В.С. Методы получения рельефных изображений с непрерывным профилем // Компьютерная оптика, 1989. № 4. с. 60-61.
5. Соловьев В.С., Волков А.В., Сойфер В.А., Казанский Н.Л. Способ создания поляризующей ячейки // Решение о выдаче патента на изобретение от 22 марта 2005 года по заявке № 2004107801/28(008301) от 16.03.2004.
6. В.С. Соловьев, В.А. Сойфер, И.Н. Сисакян, Ю.Б. Бойко, В.М. Гранчак и И.И. Дилунг. А.С. 1624864 СССР, МКИ В 29 Д 11/00 Способ изготовления рельефно-фазовых фокусирующих элементов.
7. Yuri B.Boiko, Vladimir S.Solovjev, Sergio Calixto and Daniel-Joseph. Lougnot. Dry photopolymer films for computer -generated infrared radiation focusing elements. Applied optics. 10 February 1994. 33. №.5. 787-793.

УДК 620.1.08

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЛАЗЕРНЫХ СИСТЕМ ИЗМЕРЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Гришанов В.Н., Ойнонен А.А.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королёва
(национальный исследовательский университет), г. Самара

Свет, используемый в качестве носителя информации в лазерных системах измерения геометрических параметров (ЛСИГП), имеет ряд преимуществ по сравнению с физическими носителями иной природы: а) бесконтактное восприятие информации исключает воздействие на измеряемый объект; б) высокое техническое совершенство средств прямого и обратного преобразований оптических и электрических сигналов обеспечивает высокую точность и производительность измерений; в) благодаря незначительной чувствительности к внешним магнитным и электрическим полям достигается высокая помехозащищенность оптических каналов передачи информации г) возможно двух и трехмерное структурирование изображений. Основными измерительными задачами, которые встают в процессе сборки космических аппаратов, являются контроль размеров и формы отдельных элементов, а также проверка взаимного расположения элементов изделия.

Классическим способом контроля взаимного расположения элементов конструкции космического аппарата является использование шаблонов. Способ прост, достаточно надёжен и отработан, однако имеет ряд принципиальных недостатков. На каждую группу контролируемых элементов требуется изготавливать свой шаблон, что в ряде случаев весьма затратно и трудоёмко. Эта технология не показывает величину отклонения от требований,

заложенных в конструкторской документации. Также появляются неудобства при изменении конструкции изделия. Проблематично использование контактных способов измерений и при проведении термовакуумных испытаний.

Современные ЛСИГП подобных недостатков лишены. Универсальность лазерных измерительных инструментов обеспечивает гибкость технологического процесса, и позволяет отказаться от использования шаблонов. В дополнение ко всему, они выдают количественные значения отклонений параметров от номинальных величин. Это позволит накапливать статистические данные, использование которых в работе предприятия может быть весьма полезным. Например, на основе этой информации можно выявить износ оборудования, на котором изготавливаются части элементов конструкции. Ещё одно преимущество измерений на изображениях обусловлено компактностью современных цифровых фото- и телекамер, т.е. источников измерительной информации. Оно состоит в том, что цифровые датчики изображений легко приблизить к измеряемому объекту, в отличие от, например, координатно-измерительных машин, действие которых предполагает размещение измеряемого объекта на их столе. Наконец, при наличии окон в термовакуумных камерах с помощью ЛСИГП легко решаются проблемы деформационных измерений в процессе термовакуумных испытаний.

В практике дистанционного контроля геометрических параметров наибольшее распространение получили лазерные трекары, лазерные радары, лазерные сканеры, электронные тахеометры. Причём внутри каждого класса рассматриваемых устройств существует деление на подклассы в зависимости от дистанции, на которой возможно проведение измерений, максимально допустимым погрешностям, скоростям получения измерительной информации и т.п. Здесь также возникают задачи оптимального выбора измерительной аппаратуры для решения метрологических проблем производства космических аппаратов. Выбранная система параметров должна гарантировать идентификацию и локализацию возникающих ошибок с помощью имеющихся средств автоматического контроля. Существенное снижение затрат на выполнение операций автоматического контроля может быть обеспечено за счет рационального выбора места этих операций в технологической цепочке, в структуре производственной ячейки или производственного участка, что, как правило, и является целью и результатом специальных исследований. Внедрение ЛСИГП возможно без коренной модернизации технологии производства космических аппаратов.

ЛИСГП могут функционировать на различных принципах, в реализации которых преобладают те или иные свойства лазерного излучения, обусловленные его когерентностью. Монохроматичность используется для защиты от фонового излучения, направленность, благодаря концентрации энергии, позволяет проводить измерения на протяжённых трассах, пространственная и временная когерентности лежат в основе разнообразных интерференционных схем измерения. Использование коротких и сверхкоротких лазерных импульсов подсветки сводят многие задачи динамических измерений к статическим, устраняя влияние вибраций и смещений объекта. Управление параметрами излучения как в пространственной (структурированные лазерные пучки), так и временной (длительность импульсов, частота электромагнитной волны) способствует дальнейшему расширению спектра дистанционных бесконтактных методов измерения геометрических параметров изделий.

Основные проблемы в практике комплексного применения ЛИСГП, основанных на обработке изображений состоят в оценке их метрологических характеристик с учетом используемых алгоритмов извлечения измерительной информации из изображений и структуры поля излучения, выявлении информационного потенциала пространственной структуры поля зондирующего лазерного пучка и априорной информации о топологических свойствах объекта измерения, в разработке методов экспериментального подтверждения метрологических характеристик и тестирования программного обеспечения.

В области измерений линейных размеров корпусных изделий аэрокосмического назначения с характерной длиной $\sim 1 \dots 10$ м и допустимыми погрешностями $0,01 \dots 1$ мм (фюзеляж, космические аппараты, разгонные блоки, обтекатели и т.п.) оптимальным сочетанием рабочих дистанций, погрешностей измерений и их производительности в настоящее время обладают лазерные компьютеризированные системы типа FARO Laser Tracker, MV200 и т.п. Они имеют рабочую зону измерений в линейной мере до 100 м, а в угловой: 270° по азимуту и не менее $\pm 50^\circ$ по углу места. Погрешности измерения расстояний на дистанциях ~ 1 м составляют 10 мкм и приблизительно пропорционально увеличиваются до 100 мкм на дистанциях ~ 10 м. Встроенная метеостанция позволяет частично нейтрализовать влияние параметров окружающей среды на результаты измерений.

В ЛИСГП типа FARO Laser Tracker, MV200 используются триангуляционные, фазово-импульсные или время-импульсные принципы измерения координат. Триангуляционные измерения предполагают прямолинейное распространение света, а фазово-импульсные и время-импульсные ещё и постоянство скорости распространения излучения. Однако в условиях производственных помещений значение вертикального градиента температуры воздушного тракта может достигать 10 К/м, что вызывает искривление траектории распространения излучения, а вместе с этим, и погрешности угловых и дальномерных измерений. Поэтому контроль геометрии объектов, рассредоточенных в пространстве и находящихся на удалении от устройства контроля и управления, а излучение оптической головки распространяется в приземном слое открытой атмосферы требует исследования температурных условий в помещениях, где производится контроль изделий, и устранения температурных градиентов.

Внедрение средств дистанционного лазерного контроля геометрических параметров предусматривает их периодическую государственную и ведомственную аттестации. Существование технических предпосылок для проведения аттестации в форме концевых и ступенчатых мер длины, калибровочных плит, трёхмерных эталонов и т.п. позволяет сделать оптимистичный прогноз на решение проблем калибровки путём разработки, апробации утверждения соответствующих методик. Таким образом, можно говорить о становлении нового класса измерительной техники, неотъемлемыми компонентами которой являются формователи цифровых изображений структурированных лазерных пучков, а измеряемые параметры получаются в результате их обработки.

УДК 535.4

ТРЕХМЕРНЫЕ МЕТАЛЛОДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ФОТОННЫЕ КРИСТАЛЛЫ ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНА

Дьяченко П.Н., Карпеев С.В., Павельев В.С.

Институт систем обработки изображений РАН, Самара

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва
(национальный исследовательский университет), г. Самара

e-mail:dyachenko@ssau.ru

Фотонными кристаллами принято называть структуры, у которых диэлектрическая проницаемость периодически меняется в пространстве с периодом, допускающим брэгговскую дифракцию света. Фотонные кристаллы могут быть использованы для создания устройств прикладной оптики, таких как оптические фильтры, демультимплексоры, волноводы, лазеры и т. д. К настоящему моменту предложено множество способов синтеза фотонных кристаллов. Однако получение макроскопически однородных, бездефектных кристаллов до сих пор представляется весьма сложной технической задачей. Одним из