

Interferometry of absolute distance at harmonic modulation of semiconductor laser with external optical feedback

S.Yu. Dobdin, A.V. Dzhafarov, M.G. Inkin, A.V. Skripal

Saratov National Research State University named after N.G. Chernyshevsky

The results of modeling a self-mixing laser as a laser probe for micro-displacement control are presented. A method for selecting the spectral harmonics of the low-frequency spectrum of self-mixing laser for measuring the absolute distance with harmonic modulation of the laser diode wavelength is proposed. The calculation was performed using the PyCharm IDE and Numpy and Matplotlib software modules. The accuracy of measurements was evaluated taking into account the accuracy of measuring the power of the self-mixing signal and the amplitudes of spectral harmonics on the installation at various deviations of the laser wavelength. It is shown that due to the ambiguity of the Bessel functions included in the algorithm, for reliable distance determination, it is necessary to restrict the selection of spectral components to the area of unambiguity, which is located at the end of the significant range of the spectrum. The error of determining the absolute distance from the deviation of the laser wavelength is investigated. It is found that when the distance to the reflector decreases, it is necessary to increase the value of the deviation of the laser radiation wavelength so that the set of measured harmonics is in the high frequency region. It is shown that in the deviation range from 0.1 nm to 1 nm at a distance of 50 to 100 mm, the measurement accuracy can reach units of microns. The promising application of self-mixing laser is determined by the task of developing laser probes for monitoring micro-displacements in a narrow range of measured distances.

Keywords: laser interferometry, self-mixing interferometry, semiconductor laser, laser radiation modulation, external optical feedback, distance measurement, microvibration, signal spectral analysis.

Интерферометрия абсолютных расстояний при гармонической модуляции длины волны полупроводникового лазера с внешней оптической обратной связью

С.Ю. Добдин, А.В. Джафаров, М.Г. Инкин, А.В. Скрипаль

Саратовский национальный исследовательский
государственный университет им. Н.Г. Чернышевского
E-mail: skripalav@info.sgu.ru

АННОТАЦИЯ

Представлены результаты моделирования самосмешивающегося лазера (автодина) в качестве лазерного зонда для контроля микроперемещений. Предложен метод выбора спектральных гармоник низкочастотного спектра лазерного автодина для измерения абсолютного расстояния при гармонической модуляции длины волны лазерного диода. Расчет проводился с использованием программной среды PyCharm IDE и программных модулей numpy и matplotlib. Оценка точности измерений проводилась с учетом точности измерения мощности автодинного сигнала и амплитуд спектральных гармоник при различных девиациях длины волны лазерного автодина. Показано, что вследствие неоднозначности функций Бесселя, входящих в алгоритм, для достоверного определения расстояния необходимо ограничить выбор спектральных составляющих областью однозначности, которая находится в конце значимой области спектра. Исследована погрешность определения абсолютного расстояния от величины девиации длины волны лазера. Установлено, что при уменьшении расстояния до отражателя необходимо увеличивать величину девиации длины волны лазерного излучения, чтобы набор измеряемых гармоник находился в области высоких частот. Показано, что в диапазоне девиации от 0,1 нм до 1 нм на расстоянии от 50 до 100 мм точность измерений может достигать единиц микрон. Перспективность применения лазерного автодина обусловлена задачей разработки лазерных зондов для контроля микроперемещений в узком диапазоне расстояний до отражателя.

Ключевые слова: лазерная интерферометрия, автодин, полупроводниковый лазер, модуляция излучения лазера, внешняя оптическая обратная связь, измерение расстояния, микровибрация, спектральный анализ сигнала.