

ВЛИЯНИЕ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТИ МИКРОЗЕРКАЛ МОEMS-КОМПОНЕНТОВ НА ИХ ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Филипенко А. И., Чалая Е. А.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
проспект. Ленина 14, г. Харьков, 61166, Украина. E-mail: olena.chala@nure.ua

В работе рассматриваются поляризационно-зависимые потери в элементах направляющих МОEMS-компонентов, а именно влияние шероховатости поверхности микрзеркал на отражение. Выделен перечень параметров, характеризующих состояние поверхности зеркал МОEMS-компонентов. Проведено количественное оценивание степени влияния неровностей поверхности на уровень отраженного сигнала с учетом длины волны оптического излучения.

Ключевые слова: оптические компоненты, шероховатость.

INFLUENCE OF A SURFACE CONDITION OF MICROMIRRORS OF MOEMS-COMPONENTS ON THEIR OPTICAL CHARACTERISTICS

Filipenko O., Chala O.

Kharkiv National University of Radioelectronics
Avenue. Lenina 14, Kharkov, 61166, Ukraine, E-mail: olena.chala.nure.ua

The paper deals with the polarization-dependent losses in the elements of the guide MOEMS components, namely the effect of surface roughness on the micromirror reflection. Isolated list of parameters characterizing the state of the surface of the mirror MOEMS-components. A quantitative estimation of the degree of influence of irregularities on the surface level of the reflected signal light of the wavelength of the optical radiation

Key words: optical components, roughness.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. В работе рассматриваются поляризационно-зависимые потери в элементах направляющих МОEMS-компонентов, а именно влияние шероховатости поверхности микрзеркал на отражение. Поскольку поверхность микрзеркала не может обеспечить достаточный уровень отражения, что является одним из основных факторов обеспечения низких потерь при распространении светового сигнала, исследование качества металлических покрытий и разработка рекомендаций по их использованию с минимальными затратами материалов является актуальной задачей в оптике

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. На поверхности микрзеркал возникают неровности в результате выполнения технологических процессов изготовления и последующей эксплуатации. Шероховатость поверхности зависит от метода и режима обработки, качества применяемого инструмента, жесткости технологической системы, физико-механических свойств обрабатываемого материала, вида применяемой смазывающе-охлаждающей жидкости, вибраций технологической системы и др.

Технологические факторы, вызывающие неровности поверхности, одновременно влияют на другие показатели физического состояния поверхности. К ним относятся микротрещины, структурное состояние и т. д.

Неровности поверхности по традиции подразделяют на шероховатость и волнистость. К ним относятся также и некоторые отклонения формы [2].

Количественными показателями неровностей поверхности служат: параметры высоты, характеризующие размеры неровностей по нормали к базе отсчета; параметры шага, характеризующие расстояния между неровностями вдоль базы отсчета; структурные параметры, характеризующие строение и форму неровностей [3].

Шероховатость поверхности является одним из ключевых вопросов для рассмотрения в ходе производственного процесса изготовления MEMS оптического переключателя с малыми потерями. Именно рассеяние оптической мощности от зеркальной поверхности связано с ее шероховатостью. Общий комплексный разброс используется для измерения рассеяния мощности от идеальной гладкой, чистой, проводящей поверхности [4].

Величина рассеивания в зависимости от шероховатости поверхности описывается выражением (1) [1]:

$$\eta = 1 - \exp \left[- \left(\frac{4\pi\sigma \cos \Theta_i}{\lambda} \right)^2 \right], \quad (1)$$

где η – процент потерь на рассеивание, σ – среднеквадратическая шероховатость зеркальной поверхности Θ_i – угол падения, λ – длина волны.

Величина рассеивания в зависимости от шероховатости поверхности на разной длине волны показана на рисунке 1.

Чтобы получить потери на рассеивание менее 10%, шероховатость зеркала должна быть менее 57 нм на 1550 нм длины волны. Тем не менее, рассеивающая способность слабо зависит от длины волны луча. Например, это величина составляет 1,4% для 1520 нм и 1,2% для 1620 нм, когда угол падения равен 45°, а среднеквадратичная шероховатость поверхности зеркала 20 нм.

Таким образом, одним из основных достоинств плоскостных переключателей является независимость потерь от длины волны. Тем не менее, потери, зависящие от длины волны зависят от шероховатости поверхности зеркала.

Рассеяние мощности будет 5,3% на длине волны 1520 нм и 4,7% на 1620 нм при среднеквадратической шероховатости поверхности 40 нм, по сравнению с 1,4% и 1,2% соответственно, при среднеквадратической шеро-

ховатости поверхности 20 нм.

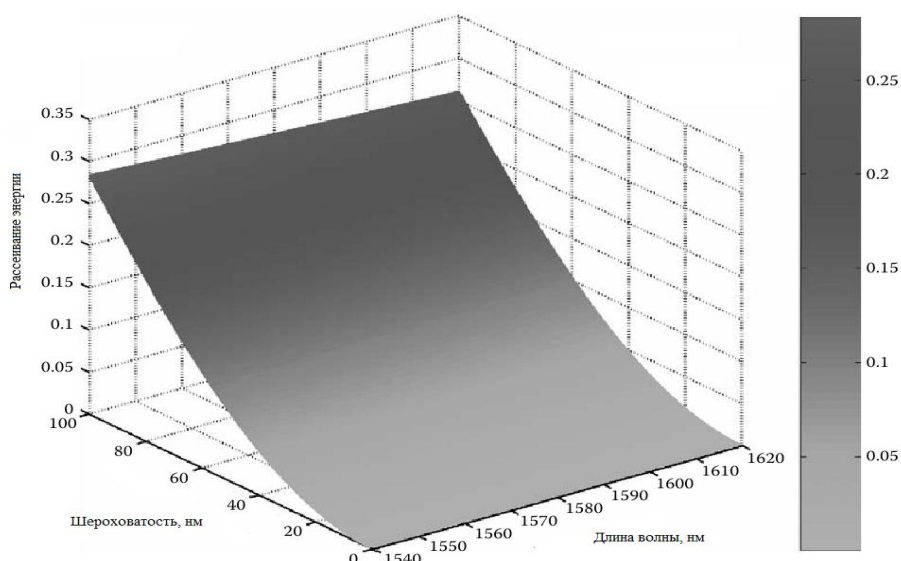


Рисунок 1 – Зависимость рассеивания энергии от среднеквадратической шероховатости поверхности зеркала

Уменьшение шероховатости поверхности является одним из ключевых вопросов для рассмотрения в ходе производственного процесса изготовления MEMS оптического переключателя с малыми потерями. Таким образом, проведенные как теоретические, так и моделирующие исследования позволили разработать рекомендации по увеличению отражающей способности микрзеркал и уменьшению рассеивания света, связанного с шероховатостью зеркальной поверхности, что позволяет минимизировать потери. Рассмотрение и углубление в суть данной проблемы будет иметь продолжение и в дальнейших исследованиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Fujita, H. Optical MEMS / H. Fujita, H. Toshiyoshi // IEICE Trans. Electron. – 2000. – Vol. E83-C, no 9. – PP. 1427–1434.
2. Tomsu, P. Next Generation Optical Networks / P. Tomsu, C. Schmutzer // The Convergence of IP Intelligence and Optical Technologies, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ. – 2002.
3. Коноплев, Б.Г. Моделирование микрзеркала с электростатической активацией / Б.Г. Коноплев, И.Е. Лысенко // Микросистемная техника. – 2002. – № 12. – С. 22–25.
4. Pu, C. Client-configurable eight-channel optical add/drop multiplexer using micromachining technology / C. Pu, L.Y. Lin, E.L. Goldstein, R.W Tkach // IEEE Photon. Technol. Lett. – 2000. – Vol. 12. – 1665 p.