

Формирование и исследование копланарной линии передачи на гибкой диэлектрической подложке*

*И. С. Ожогин¹✉, И. О. Кожевников¹,
А. А. Сердобинцев¹, А. В. Стародубов^{1,2}*

¹Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского

²Саратовский филиал Института радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова РАН
✉ ozshoginis@gmail.com

В силу широкого спектра применения (телекоммуникации, датчики, сенсоры и т. п.) бурное развитие гибкой электроники не останавливается и в настоящее время [1,2,5]. Целью данной работы является изучение взаимодействия импульсного лазерного излучения наносекундной длительности с тонкими медными пленками на гибкой диэлектрической подложке для создания гибких планарных структур (линии передачи, фильтры, антенны и т. д.) в СВЧ диапазоне. В качестве гибкой диэлектрической подложки была использована полиимидная пленка толщиной 100 μm , на которую в процессе магнетронного распыления наносилась медная пленка толщиной 4 μm [4, 5]. Лазерная абляция осуществлялась с использованием лазерного станка МиниМаркер 2–20А4 с длиной волны лазерного излучения 1.064 μm , длительность импульсов 14 ns, частотой следования импульсов 100 kHz, максимальная (100%) энергия в импульсе лазера – 96 μJ , скорость перемещения лазерного луча – 1000 mm/s. Результат воздействия наносекундными лазерными импульсами оценивался по отсутствию проводимости поверхности после обработки, а также по морфологии. Установлено, что при энергии лазерного излучения в 43–45% от максимальной энергии в импульсе медное покрытие удалялось полностью при отсутствии термического повреждения подложки. На основе выбранного режима была изготовлена структура в виде копланарной линии передачи длиной 3 см с СВЧ разъемами типа SMA (рис. 1,А). С помощью векторного анализатора цепей получены результаты предварительного экспериментального исследования потерь на пере-

*Работа поддержана РНФ, грант № 17-79-20243.

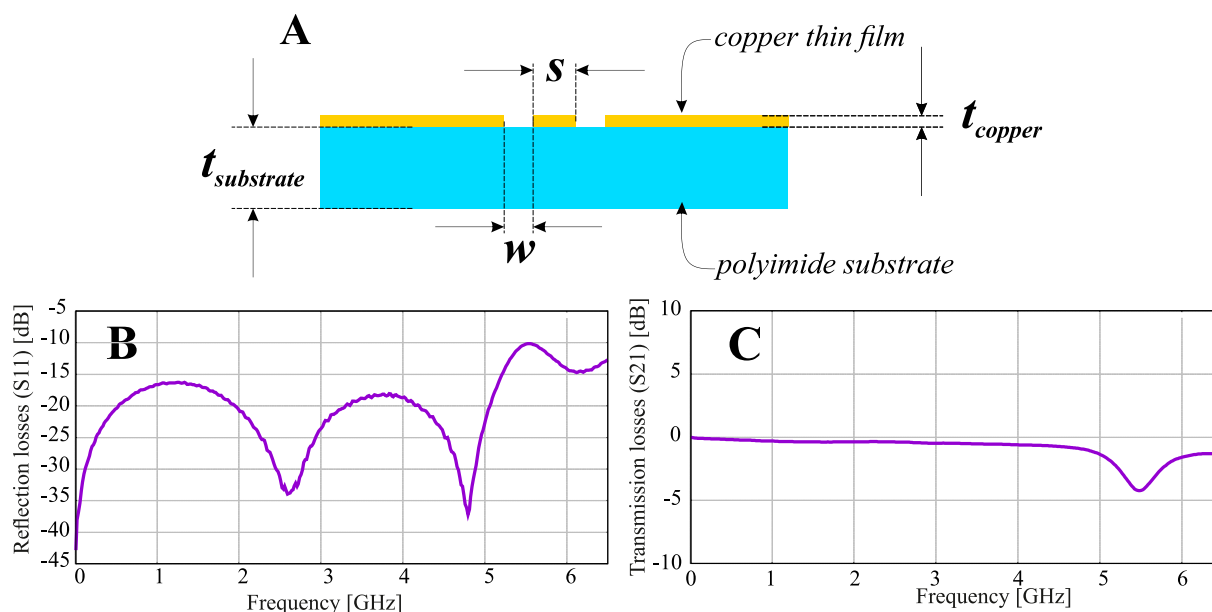


Рис. 1. Схема копланарной линии передачи (А): $t_{\text{substrate}} = 100 \mu\text{m}$, $t_{\text{copper}} = 4 \mu\text{m}$, $w = 2 \text{ mm}$, $s = 0.13 \text{ mm}$ и результаты экспериментального исследования: возвратные потери (В) и потери на передачу (С)

дачу и отражение в диапазоне частот до 6.5 GHz (рис. 1,В и 1,С). Таким образом, в ходе работы установлен эффективный режим селективного удаления медного покрытия с гибкой полиимидной подложки, получены результаты предварительных экспериментальных исследований.

Список литературы

1. Nathan A., et. al. Flexible Electronics: The Next Ubiquitous Platform // Proc. of the IEEE. 2012. vol. 100. no. Special Centennial Issue, P. 1486–1517.
2. Godlinski D. Zichner R. Zöllmer V. Baumann R. R. Printing technologies for the manufacturing of passive microwave components: antennas // IET Microw. Antennas Propag. 2017. vol. 11, no. 14, P. 2010–2015.
3. Starodubov A. V., Galushka V. V., Serdobintsev A. A., Pavlov A. M., Korshunova G. A., Ryabukho P. V., Gorodkov S. Y. A Novel Approach for Fabrication of Flexible Antennas for Biomedical Applications // 18th Mediterranean Microwave Symposium (MMS), Istanbul, Turkey, 2018. P. 303–306
4. Starodubov A. V., Serdobintsev A. A., Galushka V. V., Ryabukho, P. V., Kozhevnikov I. O., Pavlov A. M. Study of flexible monopole antenna with coplanar feeding structure fabricated by magnetron sputtering and laser ablation technologies // Antennas Design and Measurement International Conference (ADMInC). 2019, P. 138–140.