

Интегрированная в подложку волноводная скрутка

И.А. Сикорская

АО «НПП «Исток» им. Шокина»

Аннотация: Работа проводилась с целью исследования волноводных скруток в печатном исполнении с применением технологии интегрированного в подложку волновода для использования в антенных устройствах Ку-диапазона.

Ключевые слова: волноводная скрутка, технология печатной платы, трансформация поляризации, СВЧ - линия передачи, Ку-диапазон.

1. Введение

При разработке антенных устройств применяются СВЧ - линии передачи, осуществляющие трансформацию плоскости поляризации волны. Используются в основном классические конструкции – волноводные скрутки, т.к. они работают в широкой полосе частот и имеют небольшие потери. К недостаткам таких конструкций можно отнести – ее длину, которая составляет не менее 5λ . Это в свою очередь накладывает ограничение по возможности увеличения количества излучателей на полотне. При разработке антенных устройств, работающих на частотах более 14 ГГц, возникают технологические проблемы сборки устройства.

Данная работа посвящена разработке конструкции скрутки на основе волноводов с уменьшенными массогабаритными параметрами и работающая в широкой полосе частот.

2. Конструкция волноводной скрутки

Как известно, скрутка изменяет плоскость поляризации волны на требуемый угол, при этом необходимо обеспечить минимальное отражение от введенных неоднородностей – поворотов. Как отмечалось выше, проблема в классических скрутках решается за счет увеличения ее длины. Поэтому была рассмотрена возможность выполнения волноводной скрутки с помощью технологии печатной платы, которая имеет высокую прецизионность. Таким образом, у волноводов интегрированных в подложку толщина будет зависеть от диэлектрической подложки, а ширина $\sqrt{\epsilon}$ будет меньше чем классических волноводов.

На рис. 1 показана конструкция волноводной скрутки интегрированной в подложку Rogers 4003C с $\epsilon=3.55$.

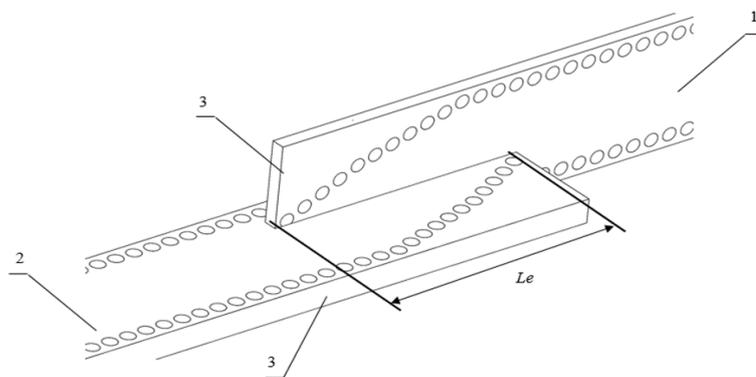
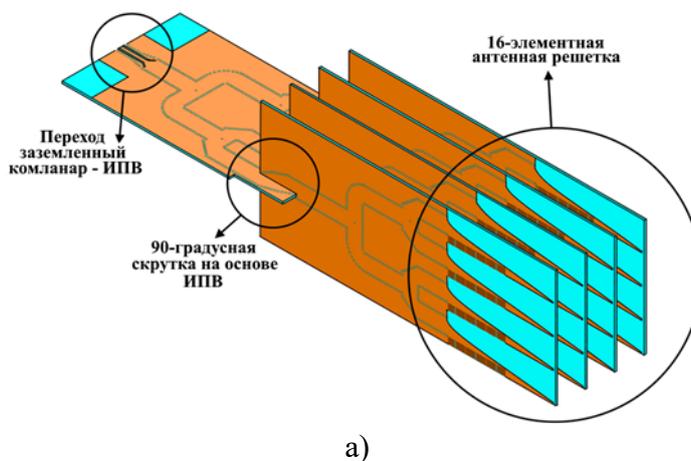


Рис. 1 Общий вид компактной 90-градусной волноводной скрутки, где 1 - входной волновод с горизонтальной поляризацией, 2 - выходной волновод с вертикальной поляризацией, 3- диэлектрическая подложка.

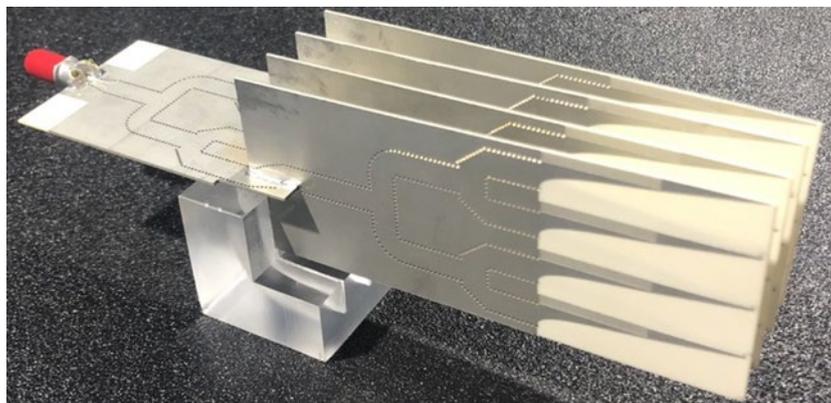
Преобразователь поляризации в конструкции размещен между волноводами: входного волновода с горизонтальной поляризацией (1) с размерами 5.7×0.782 мм, выходного волновода с вертикальной поляризацией (2) с размерами 5.7×0.782 мм. Поляризатор поворачивает на 90 градусов электромагнитную волну, которая трансформируется в двух перпендикулярных прямоугольных окнах, стороны которых равны электрической длине $L_e = 0.33\lambda_v$, образованных двумя волноводами [4]. Волноводы расположены несоосно: в минимуме электрического поля классического волновода, что позволяет уменьшить потери на отражения. Для улучшения коэффициента передачи в поляризаторе выполнено скругление с радиусом $R=2,15$ мм.

3. Экспериментальное исследование скрутки

В рамках экспериментальной работы по возможности продвижения антенного устройства в Ку-диапазон была изготовлена интегрированная в подложку волноводная скрутка рис.2.



а)



б)

рис. 2 а) модель печатного антенного устройства
б) экспериментальный образец

При сборке антенного устройства была исключена пайка в СВЧ - линии передачи, тем самым были уменьшены погрешности в ответственных узлах конструкции. На Рис. 3 представлены зависимость коэффициента передачи S_{12} в относительной полосе частот более 30%.

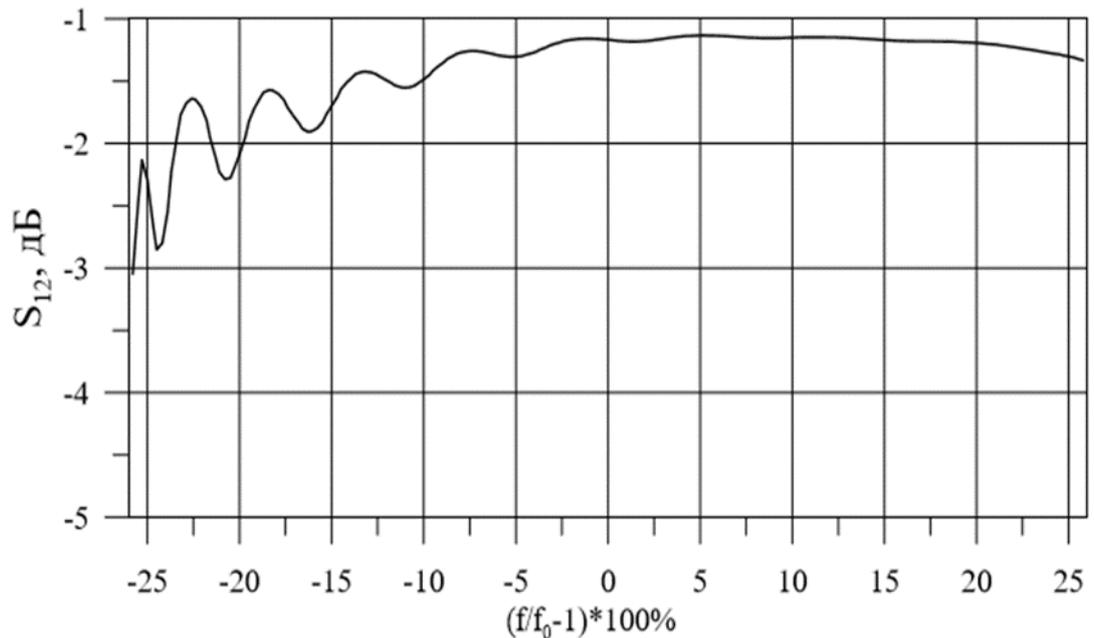


Рис. 3 АЧХ коэффициента передачи

4. Заключение

Разработана конструкция компактной 90-градусной скрутки для антенного устройства Ку-диапазона частот [4]. В отличие от классических волноводов разработанная конструкция имеет меньшие массогабаритные параметры, в частности площадь сечения волноводов в 18 раз меньше.

Результаты данной работы перспективны при разработке двухдиапазонных радиолокационных станций, работающих в разных диапазонах частот и с разной поляризацией. Двухдиапазонную антенную решетку при этом можно выполнять из однослойной печатной платы, что существенно упростит технологию сборки и настройки конструкции.

Библиографический список

1. Y. Yao, F. Zhang and F. Zhang, "A New Approach to Design Circularly Polarized Beam-Steering Antenna Arrays Without Phase Shift Circuits," in IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 66, no. 5, pp. 2354-2364, May 2018, doi: 10.1109/TAP.2018.2811839.
2. W.T. Sethi, et al., "Demonstration of Millimeter Wave 5G Setup Employing High-Gain Vivaldi Array", International Journal of Antennas and Propagation, vol. 2018, Article ID 3927153, 12 pages, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/3927153>
3. I. Şişman, K. Yeğin, "Reconfigurable Antenna for Jamming Mitigation of Legacy GPS Receivers", International Journal of Antennas and Propagation, vol. 2017, Article ID 4563571, 7 pages, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/4563571>
4. Патент РФ на изобретение № 2787553 «Компактная 90-градусная волноводная скрутка». Авторы: Демшевский В.В., Богомолова Е.А., Богачев И.А., Сикорская И.А./приоритет 29.07.2022, МПК H01P 1/02.