

Таким образом, разработан аппаратно-программный комплекс, способный решить задачу синхронизации группы из 4 и более МК. Синхронизация применена в схеме терморегулятора климатической экранированной ТЕМ-камеры.

Работа выполнена за счет проекта 8.9562.2017/БЧ Минобрнауки Российской Федерации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Osintsev A., Sobko A., Komnatnov M.* Temperature Controller for External Surface of Waveguide // International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON 2016). – Moscow, Russia, 2016. – PP. 1–4.

2. *Комнатнов М.Е., Собко А.А., Осинцев А.В.* Плата управления терморегулятором климатической экранированной ТЕМ-камеры // Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных «Научная сессия ТУСУР–2016». – 2016. – С. 330–333.

3. *Осинцев А.В., Комнатнов М.Е., Собко А.А., Демаков А.В.* Пятифазная широтно-импульсная модуляция терморегулятора // Современные технологии в науке и образовании «СТНО–2016»: сб. тр. междунар. науч.-техн. и науч.-метод. конф.: в 4 т. – Т. 1 / под общ. ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: Гос. радиотехн. ун-т, 2016. – С. 27–30.

4. *Osintsev A.V., Sobko A.A., Komnatnov M.E.* Software under control of a real-time operating system for environmental shielded TEM-chamber // 17th International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices. – 2016. – PP. 159–163.

5. *Осинцев А.В., Комнатнов М.Е., Собко А.А., Демаков А.В.* Пятифазная широтно-импульсная модуляция терморегулятора // Современные технологии в науке и образовании «СТНО–2016»: сб. тр. междунар. науч.-техн. и науч.-метод. конф.: в 4 т. – Т. 1. / под общ. ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: Гос. радиотехн. ун-т, 2016. – С. 27–30.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МИКРОПОЛОСКОВОЙ ЛИНИИ, ПОКРЫТОЙ ЗАЗЕМЛЕННЫМ ПРОВОДНИКОМ

И.Е. Сагиева, аспирантка каф. ТУ
Томск, ТУСУР, indira_sagieva@mail.ru

Полосковые линии получили широкое распространение в качестве линий передачи быстродействующих сигналов. Одной из самых известных является микрополосковая линия передачи (МПЛ) [1]. Важной задачей является получение стабильных характеристик линий. В этой связи актуальна минимизация чувствительности характеристик линий к изменению их параметров. Поэтому предметом повышенного интереса становятся различные модификации МПЛ, на-

пример подвешенная и обращенная полосковые линии, позволяющие получить нулевую чувствительность погонной задержки и волнового сопротивления к изменению толщины диэлектрических слоев [2]. Эта становится возможным за счет появления дополнительного слоя воздуха конечной толщины и перераспределения электрического поля в слоях воздуха и подложки. Такая же ситуация получится и в случае расположения дополнительного заземленного проводника поверх обычной МПЛ (рис. 1). Между тем детальное исследование возможности получения нулевой чувствительности характеристик такой структуры автору неизвестно. Однако такое исследование позволило бы выявить новые возможности и использовать их.

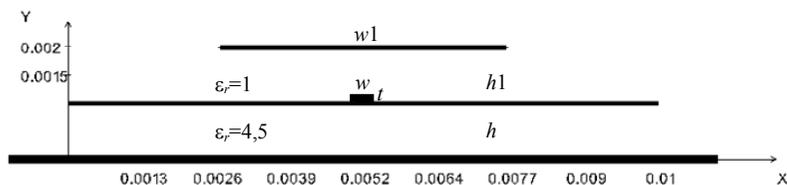


Рис. 1. Поперечное сечение МПЛ, покрытой заземленным проводником

Цель работы – исследовать характеристики МПЛ, покрытой заземленным проводником, и возможность получения их нулевой чувствительности к изменению параметров.

Исследование различных характеристик полосковых структур, особенно на первом этапе, целесообразно выполнять на основе моделирования, поскольку оно менее затратно и может быть более точным, чем измерения. Строгий электродинамический анализ полей в исследуемой линии является достаточно сложной задачей. Это связано с тем, что параметры заполняющей среды в линии неоднородны по сечению. В результате лишь часть поля концентрируется в диэлектрической подложке, а остальная – в воздухе. Поэтому в линии распространяется не чистая ТЕМ-мода, а квази-ТЕМ. При этом характеристики линии не зависят от рабочей частоты, и их можно найти, предварительно определив значение погонной емкости. В данной работе вычисление погонной емкости выполнено в системе TALGAT–2016, а расчет погонной задержки (τ) и волнового сопротивления (Z) выполнен по известным формулам [2]

$$\tau = (C/C_0)^{0,5}/v_0, \quad Z = 1/(v_0(C \cdot C_0)^{0,5}),$$

где v_0 – скорость света в вакууме; C – погонная емкость линии; C_0 – погонная емкость линии в вакууме.

Выполнено моделирование в широком диапазоне параметров линии из рис. 1 и выявлена область параметров с интересующим пове-

дением характеристик. Зависимости τ от высоты заземленного проводника над подложкой (h_1) при разных значениях ширины полоски (w) представлены на рис. 2, а. Характерной особенностью зависимостей является их пересечение между собой. Таким образом, в начале диапазона h_1 увеличение w уменьшает τ , а в конце – увеличивает. В середине диапазона (при $h_1 = 0,5-0,8$ мм) будет минимальная (вплоть до нулевой) чувствительность τ к изменению w . Примечательно также уменьшение чувствительности τ к изменению h_1 при уменьшении w . На рис. 2, б показаны соответствующие зависимости для Z . Они монотонно возрастают и не пересекаются. Таким образом, появляется возможность выбором параметров линии получить требуемое значение Z при минимальной чувствительности τ к изменению w и h_1 .

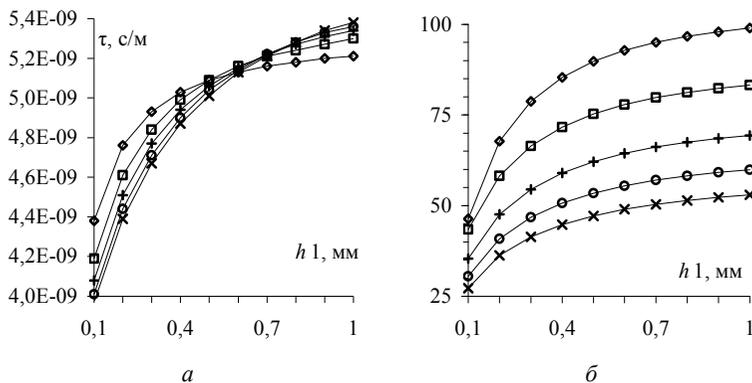


Рис. 2. Зависимости τ (а) и Z (б) от h_1 при $w = 0,3$ (\diamond); $0,6$ (\square); $0,9$ ($+$); $1,2$ (\circ); $1,5$ (\times) мм

Таким образом, в работе исследованы характеристики МПЛ, покрытой заземленным проводником, и показана возможность минимизации чувствительности погонной задержки к изменению ширины полоски и высоты заземленного проводника над подложкой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бахарев С.И., Вольман В.И. Справочник по расчету и конструированию СВЧ-полосковых устройств. – М.: Радио и связь, 1982. – 328 с.
2. Газизов Т.Р. Характеристики подвешенной и обращенной полосковых линий // Известия вузов. Физика. – 1995. – Т. 39, №2. – С. 126–128.