

ИЗМЕРЕНИЕ ПОТЕРЬ В ПОЛОСКОВОЙ ЛИНИИ

Керезь Я.А., Хутро А.Н.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Плоткин А.Д.
Севастопольский национальный технический университет, Украина
E-mail: adplotkin@mail.ru

Аннотация — Рассмотрен двухдетекторный метод измерения потерь в полосковой линии, основанный на анализе распределения поля, и позволяющий минимизировать погрешности рассогласования.

1. Введение

Повторяемость электрических характеристик полосковых печатных плат (ППП) определяется технологическим процессом их изготовления. ППП подвергаются воздействию агрессивных сред и абразивных материалов, термической и механической обработке, что может вызвать неточное воспроизведение рисунка ППП, ухудшение качества материала диэлектрика и изменить параметры полосковых схем, в частности, потери в линии. Таким образом, по изменению потерь в полосковой линии можно выявить возможные отклонения от нормы в технологическом процессе и устранить их.

2. Основная часть

Так как обычно полосковые линии, входящие в состав СВЧ узлов, имеют малую длину (от единиц до десятков сантиметров), необходимо решить, в основном, задачу измерения малых ослаблений сигнала.

Методы измерения малых потерь в элементах волноводного и коаксиального тракта известны [1], например, методы замещения по сверхвысокой и промежуточной частотам.

Предлагаемый метод основан на анализе распределения поля вдоль линии с помощью двух зондов, связанных с детекторными головками.

Для определения потерь в линии необходимо знать значения сигналов в двух точках линии, расположенных в начале и конце линии. Минимизировать погрешность рассогласования можно выбрав электрическое расстояние между головками кратным $\lambda_v/2$.

Для определения сигналов с детекторных головок составим ориентированный граф (рис. 1).

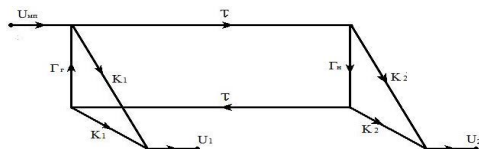


Рис. 1

Определим сигналы, снимаемые с детекторных головок. При этом имеется в виду, что характеристика детектора является квадратичной. Напряжения, снимаемые с детекторных головок, расположенных в начале и конце линии, соответственно равны

$$U_{D1} = K_1^2 |U_0|^2 \cdot \left[1 + |\tau|^4 |\Gamma_n'|^2 + 2|\tau|^2 |\Gamma_n'| \cos(2\psi + \varphi_n') \right]; \quad (1)$$

$$U_{D2} = K_2^2 |U_0|^2 |\tau|^2 \cdot \left[1 + |\Gamma_n''|^2 + 2|\Gamma_n''| \cos(\varphi_n'') \right], \quad (2)$$

где $|\tau|$ и ψ — модуль и аргумент коэффициента передачи исследуемой полосковой линии; $|\Gamma_n'|$ и φ_n' — модуль и аргумент коэффициента отражения нагрузки, на которую нагружена линия.

При идеально согласованной нагрузке, $|\Gamma_n'| = 0$, отношение сигналов равно

$$M_1 = \frac{U_{D2}}{U_{D1}} \quad (3)$$

и пропорционально квадрату модуля коэффициента передачи, то есть модулю коэффициента передачи по мощности

$$M_2 = \frac{U_{D1}}{U_{D2}} = \frac{K_2^2}{K_1^2} |\tau|^2. \quad (4)$$

Для реальных детекторных головок справедливо неравенство $K_1 \neq K_2$. Поэтому уравнение (4) имеет два неизвестных и неразрешимо относительно $|\tau|$. Для решения задачи, то есть нахождения $|\tau|$, помещаем в измерительной схеме местоположение генератора и нагрузки [2].

Тогда напряжения, снимаемые с детекторов, запишутся и в виде

$$U_{D1} = K_1^2 |U_0|^2 |\tau|^2 \cdot \left[1 + |\Gamma_n''|^2 + 2|\Gamma_n''| \cos(\varphi_n'') \right]; \quad (5)$$

$$U_{D2} = K_2^2 |U_0|^2 \cdot \left[1 + |\tau|^4 |\Gamma_n''|^2 + 2|\tau|^2 |\Gamma_n''| \cos(2\psi + \varphi_n'') \right], \quad (6)$$

где Γ_n'' и φ_n'' — модуль и аргумент коэффициента отражения нагрузочного конца линии при обратной запитке.

Полагая по-прежнему $\Gamma_n'' = 0$, отношение сигналов (4) равно

$$M_2 = \frac{U_{D1}}{U_{D2}} = \frac{K_1^2}{K_2^2} |\tau|^2. \quad (7)$$

Решая совместно уравнения (4) и (7), получим

$$|\tau|^2 = (M_1 M_2)^{1/2} \quad (8)$$

Потери в линии определяются как

$$A = 10 \lg |\tau|^2, \text{ дБ}. \quad (9)$$

3. Заключение

Полосковые линии можно использовать для выявления причин брака при помощи исследований полосковой платы, а именно, её диэлектрической проницаемости подложки, $\text{tg}\delta$, фактора травления и т.д.

4. Список литературы

- [1] Измерения в электронике: в 2 т. / под ред. Б.А. Доброхотова. — М.: Энергия, 1965. — Т.1. — 288 с. — Т.2. — 240 с.
- [2] Бондаренко И.К. Измерение амплитудно-частотных характеристик протяженных трактов/ Бондаренко И.К., Саламатин В.В.// Материалы V научно-технической конференции «Радиоизмерения». — Вильнюс, 1973. — Т.1. — С.106 — 109.

MEASUREMENT OF LOSSES IN THE STRIP LINE

Kerez Y.A., Hytro A.N.

Scientific adviser: Plotkin A.D.

Sevastopol National Technical University, Ukraine

Abstract — The two-detector method for the losses measuring in the strip line, based on the analysis of the field distribution, and allows minimizing the mismatch error, is considered. The analysis of the errors measurement is presented.