

Лекция 7. Полосковые и микрополосковые линии передач

План лекции

1. Виды МПЛ.
2. Параметры несимметричной МПЛ.
3. Структура электромагнитного поля в МПЛ.

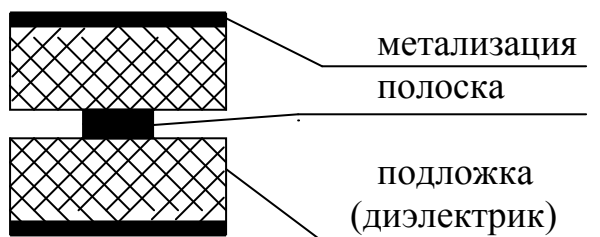
Ключевые слова: микрополосковая линия передач, полоска, подложка.

Полосковые и микрополосковые линии (МПЛ) в настоящее время являются основным видом линий передач микросборок СВЧ и ДЦМ диапазонов. Именно на их использовании в интегральных и гибридных микросхемах основываются разработки широкого класса современных активных и пассивных узлов и устройств указанных диапазонов частот.

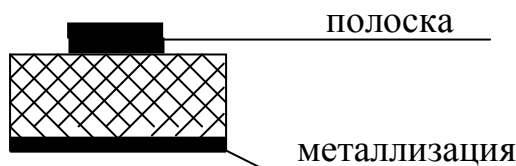
МПЛ представляет собой модификацию двухпроводной линии и выполняется в виде металлической полоски, размещённой на диэлектрической подложке с экранированной противоположной её стороной. Вариантом подобных линий передач являются щелевые линии, представляющие собой щель, прорезанную на металлизированной поверхности подложки (рис.1).

Виды МПЛ (в поперечном сечении)

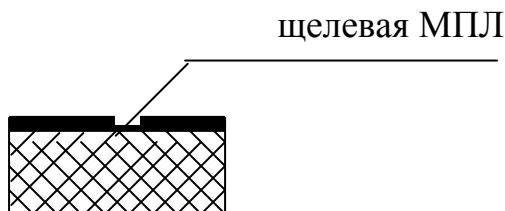
-симметричная



-несимметричная



-щелевая



- копланарная МПЛ



Рис.1

Параметры МПЛ определяется её геометрией (шириной полосы w , высотой подложки h , толщиной полосы t), проводимостью материала проводников, свойствами используемого диэлектрического материала подложки (величинами его ε и $\text{tg } \delta$).

Вдоль полосы в МПЛ поле распространяется в виде плоской поперечной волны (волны типа ТЕМ). Структура поля в поперечном сечении несимметричной МПЛ показана на рис.2.

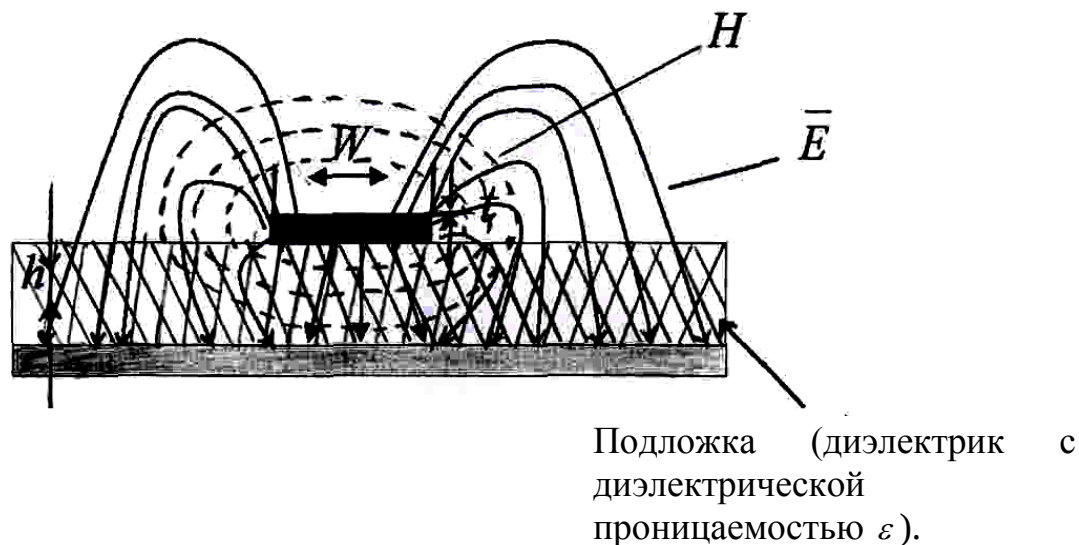


Рис.2. Структура поля в несимметричной МПЛ.

Для нормальной работы МПЛ толщина полосы t должна быть больше глубины проникновения тока (поля) вглубь полосы Δ , равной для полосы, выполненной из меди, $\Delta \text{ мкм} = 0,39\sqrt{\lambda} \text{ (см)}$.

Т.к. часть силовых линий электрического поля E замыкается через воздух (рис.2), при расчёте параметров МПЛ и узлов на её основе необходимо пользоваться параметром «эффективная диэлектрическая проницаемость $\varepsilon_{\text{эф}}$ », равным:

$$\varepsilon_{\text{эф}} = 0,5(\varepsilon + 1) + 0,5p(\varepsilon - 1), \quad \text{где коэффициент } p \text{ равен:}$$

$$p = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{12h}{w}}} \quad \text{при } w \geq h,$$

$$p = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{12h}{w}}} + 0,04\left(1 - \frac{w}{h}\right)^2 \quad \text{при } w \leq h;$$

ε - величина диэлектрической проницаемости материала подложки,

w - ширина полосы,

h - толщина подложки.

Длина волны в МПЛ определяется соотношением

$$\lambda_{\text{МПЛ}} = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\varepsilon_{\text{эф}}}},$$

где λ_0 - длина волны в свободном пространстве, $\lambda_0 = \frac{c}{f}$,

c - скорость света,

f - частота сигнала, распространяющегося вдоль МПЛ.

Скорость распространения поля в МПЛ: $V_{\delta} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_{\delta\delta}}}.$

Вопросы для самопроверки

1. Виды волн в микрополосковых линиях передач.
2. Параметры несимметричной МПЛ.
3. Чем определяются параметры МПЛ.
4. Проведите качественное сравнение характеристик микрополосковой и коаксиальной линий.