

**МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ
ПРОНИЦАЕМОСТИ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
МИКРОПОЛОСКОВОЙ ЛИНИИ**

Кривзун Г.В., Малкин А.И.

ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
Екатеринбург, Россия

krivzunv@mail.ru

Аннотация. Описаны методы измерения диэлектрической проницаемости различных материалов с использованием микрополосковой линии. Отмечены их достоинства и недостатки. Приведены рисунки, показывающие влияние образца на S-параметры линии передачи (ЛП).

Ключевые слова: метод, диэлектрическая проницаемость, материал, линия передачи, образец.

**METHODS OF MEASURING THE DIELECTRIC PERMITTIVITY OF
MATERIALS USING MICROSTRIP**

Krivzun G.V., Malkin A.I.

Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

krivzunv@mail.ru

Annotation. Methods of measuring the permittivity of various materials using a microstrip line are described. Their advantages and disadvantages are noted. The figures showing the influence of the sample on the S-parameters of transmission line (TL) are given.

Keywords: method, dielectric permittivity, material, transmission line, sample.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 21-79-10394, <https://rscf.ru/project/21-79-10394/>

Введение

Для корректного проектирования радиотехнических устройств важно знать диэлектрические параметры используемых материалов. Их возможно определить, проведя ряд измерений над исследуемым образцом. Целью данной статьи является описание методов измерения диэлектрической проницаемости материалов с применением микрополосковой линии.

Основная часть

Сведения о диэлектрической проницаемости получают, исследуя параметры электромагнитной волны при ее прохождении через линию передачи. Для этого используют два метода: резонансный и нерезонансный. Первый основан на измерении отклонения резонансной частоты и добротности ЛП, второй включает в себя анализ отраженной и прошедшей волны (рисунок 1) [1].

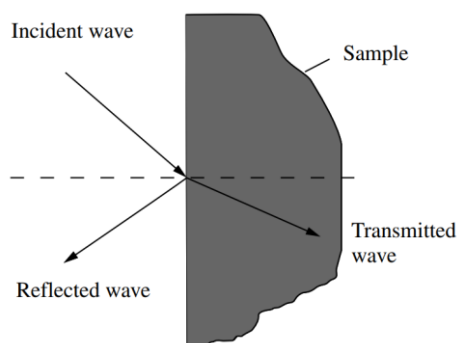


Рисунок 1 – Падающая волна на границе двух сред

Несмотря на более высокую точность, резонансные методы менее предпочтительны ввиду сложности технического исполнения устройства на низких частотах, поэтому в данной работе они рассмотрены не будут.

Нерезонансные методы подразделяются на метод передачи и передачи/отражения. Они включают в себя измерение S-параметров устройства и последовательные математические вычисления диэлектрической проницаемости. Измерение методом передачи сопровождается трудоемкой процедурой производства подложки из исследуемого материала. Этого процесса

избегает метод передачи/отражения, в котором образец располагается непосредственно на изготовленной ЛП. Однако соразмерно упрощению производства усложняется математический аппарат.

На рисунках 2 и 3 можно пронаблюдать влияние образца на S-параметры устройства, выполненного на микрополосковой линии передачи.

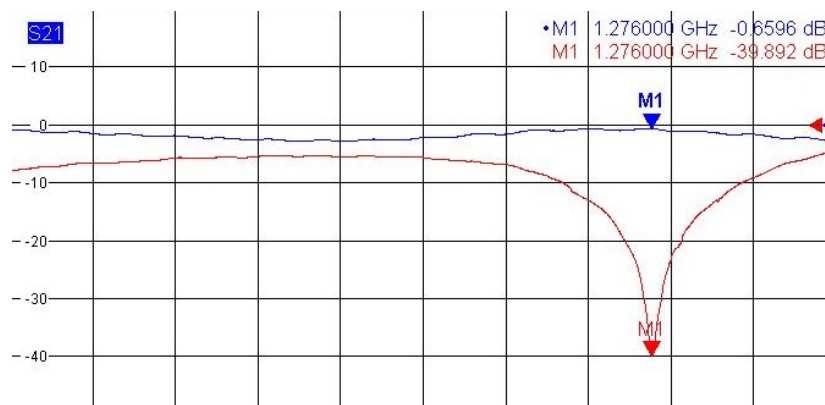


Рисунок 2 – S-параметры устройства без образца

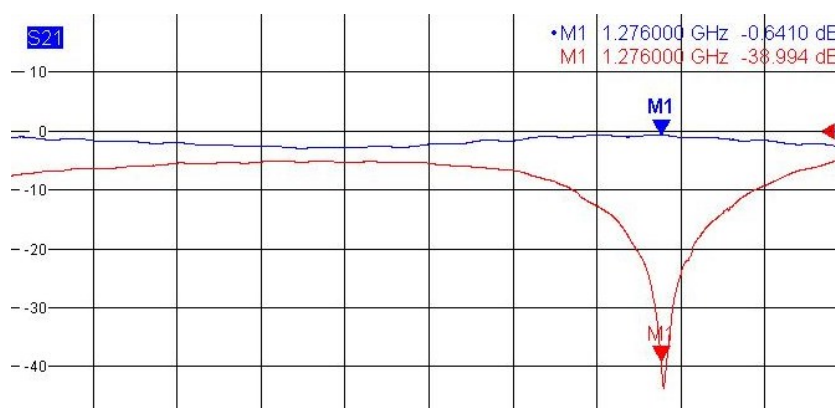


Рисунок 3 – S-параметры устройства с расположенным образцом

Заключение

В данной работе были описаны основные методы измерения диэлектрической проницаемости материалов. Были выделены их достоинства и недостатки, влияющие на выбор определённого способа в зависимости от поставленной задачи.

Область применения описанных методов достаточно обширна. Измерив диэлектрическую проницаемость возможно определить состав, темпе-

ратуру, влажность, агрегатное состояние материала, частоту и равномерность электрического поля, и многие другие факторы, поскольку все они влияют на диэлектрические параметры образца.

Библиографический список

1. Chen, L. F. Measurement and Materials Characterization / L. F. Chen, C. K. Ong, C. P. Neo, V. V. Varadan, V. K. Varadan. – West Sussex : John Wiley and Sons Ltd. 2004. – 549 p.