

МНОГОПЛЕЧИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ: ПРИНЦИПЫ ДЕЙСТВИЯ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДИФРАКЦИИ ВЫСШИХ ТИПОВ ВОЛН

И.Ф. Будагян², В.Ф. Взятышев¹, В.Ф. Дубровин², М.С.М. Минкара¹,

(¹Москва, Национальный исследовательский университет «МЭИ», vitaidea@yandex.ru

²Москва, МИРЭА, dubrovin.vladislav@yandex.ru)

MULTIPLE-ARM DIELECTRIC CONNECTIONS: PRINCIPLES OF OPERATION AND DIFFRACTION REGULATIONS OF HIGH-ORDER WAVES

I.F. Budagyan², V.F. Vzatyshv¹, V.F. Dubrovin², M.S.M. Minkara¹

Описывается более чем полувековая история познания свойств и углубления понимания волновых процессов в **многоплечих диэлектрических соединениях** (МДС). **Явление**, лежащее в основе принципа действия этих МДС, было позднее признано **научным открытием** (диплом № 79 от 17.03.1970) [1]. Необычность «явления синфазного и направленного разветвления энергии» тогда была объяснена наличием у МДС особого «плеча», которое отражает физическую возможность эффективного (практически полного) **излучения** из МДС в определенных режимах его работы (при практически полном отсутствии излучения в других режимах). В последние годы в ходе познания механизмов дифракции волн в диэлектрических структурах (смотри литературу к докладу [2]) стало ясно, что это плечо правильно было бы назвать «дифракционным».

1. Первые разработки и исследования МДС

Насколько нам известно, многоплечее диэлектрическое соединение (МДС) **впервые появилось** в составе измерительного волнового комплекса (кстати, дециметрового диапазона!) для «измерения малых образцов диэлектрических материалов в свободном пространстве». В работе [3] это устройство, представляющее собой две близкорасположенные и направленные в одну сторону под небольшим углом друг к другу стержневые диэлектрические антенны (ДА) названо «направленным ответвителем поверхностной волны».

Это «соединение» двух ДА, изобретенное [4] до марта 1958 года, в то время, когда еще не существовало³ **диэлектрических волноводов** (ДВ), опередив время, явилось исторически первым МДС. Для строгости следует, однако, заметить, что одно из плеч этого МДС, обращенное к измеряемому образцу диэлектрика, являлось не волноводным плечом, а «плечом свободного пространства». МДС, разработанное в [3-4], - это исторически первый вид МДС. Правда, в его «двухсвязной» конструкции входящие в него ДВ, в отличие от описываемых в [1], не составляют единого целого, а разделены слоем воздуха.

В работе 1961 года [5] сделан следующий шаг – разработаны «односвязные» МДС уже современного вида, а также конструкции МДС, регулируемых по коэффициенту деления. Это - первое системное применение диэлектрических структур (ДС) в СВЧ рефлектометре 3-см диапазона. Чуть позже тем же коллективом [6] был разработан также стенд для измерений в пятикратном диапазоне волн коэффициентов отражения и прохождения листов диэлектрических материалов. Заметим, однако, что элементы МДС, подобного [3], в этой публикации представляются как «передающая антенна» и «приемная антенна».

В последующие годы авторы работ [3-6] расширили функциональное применение ДВ и МДС на голографические задачи и частотный диапазон на оптический. Был разработан на основе оптических диэлектрических волноводов ряд голографических приборов и устройств для целей медицинской диагностики и неразрушающего контроля в технике [7-10].

2. Виды многоплечих диэлектрических структур

Эскизы различных видов обсужденных двухсвязных структур показаны на рис. 1: на рис. *а* и *б* - соединения из диэлектрических стержней (ДС), работающих как диэлектрические

³ В учебниках того времени ошибочно писали, что диэлектрические стержни излучают по всей своей длине, и потому практического применения как ДВ для направленной передачи волн найти не могут.

антенны (ДА); на рис. в – двухсвязный ДВ и распределения полей его собственных волн; на рис. г – направленный ответвитель на связанных ДВ, каждый из которых является одномодовым (ОДВ).

3. Процесс дифракции высших типов волн в МДС и его роль в формировании их уникальных свойств

На рис. 2 показан эскиз односвязной структуры – МДС в чистом виде. Составляющие МДС ДВ вблизи выходных плеч являются одномодовыми. Но по мере сближения ДВ в окрестности сечения А система двух ДВ становится минимум двухмодовой.

При синфазном возбуждении плеч 1 и 2 на многомодовом участке АБ возбуждается чистый основной тип волны. А при противофазном возбуждении – чистый высший тип волны (ВТВ). И где то на участке АБ этот ВТВ проходит критическое сечение (КС), правее которого он не существует.

Ключевое утверждение авторов: ВТВ от КС почти не отражается, а практически полностью излучается. Именно этой закономерностью дифракции ВТВ в области КС определяются уникальные свойства МДС. Более подробное доказательство этого дано в работе [11].

Работа выполнялась по проекту, поддержанному Российским Фондом Фундаментальных Исследований (грант РФФИ № 11-08-01249а).

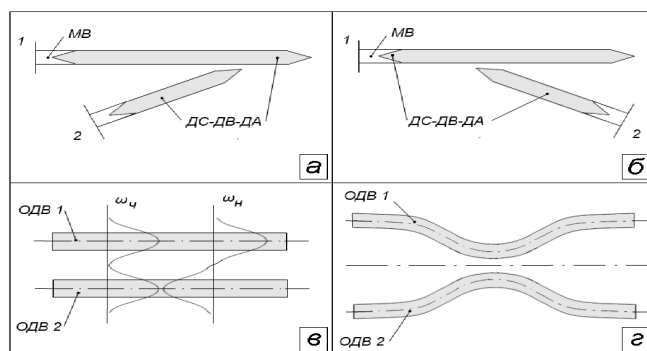


Рис.1. Виды диэлектрических структур

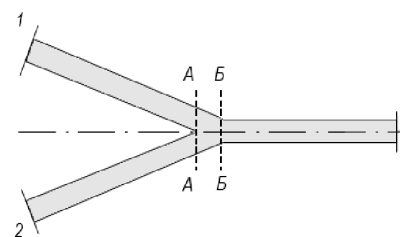


Рис.2. Эскиз односвязной МДС

Литература

1. Взятых В.Ф., Мировицкий Д.И., Шевченко В.В. и др. Синфазное направленное ответвление электромагнитной энергии в линиях с замедленными волнами. // Радиотехника и электроника, 1971, т. 16, №1, с.37-41.
2. Взятых В.Ф., Орехов Ю.И., Смольский С.М. КВЧ и СВЧ устройства на базе диэлектрических структур: роль дифракционных волновых процессов // «Известия ВУЗов, Физика», 2012, № 9/2, в печати.
3. Мировицкий Д.И., Дубровин В.Ф. Измерения малых образцов диэлектрических материалов в свободном пространстве на дециметровых волнах // Приборы и техника эксперимента (ПТЭ), 1960, № 3, с.109-114.
4. Мировицкий Д.И. Авторское свидетельство №124484 от 18.III.1958 г.
5. Мировицкий Д.И., Будагян И.Ф., Валеев Г.Г. СВЧ рефрактометр на линиях поверхностных волн // ПТЭ, 1961, № 1, с. 118-120.
6. Мировицкий Д.И., Дубровин В.Ф. Стенд для измерения на СВЧ диэлектрических материалов в свободном пространстве // ПТЭ, 1962, № 3, с. 162-173.
7. Мировицкий Д.И., Будагян И.Ф., Дубровин В.Ф. Проблемы интегральной голографии // Сб. «Современное состояние и перспективы голографии». -Л.: Наука,1974, с.93–119.
8. Будагян И.Ф., Дубровин В.Ф. и др. Рефлекторно – рефракторное голографирование // Проблемы голографии (межвузовский сборник научных трудов), 1973, вып. II, с. 120–125.
9. Мировицкий Д.И., Будагян И.Ф., Дубровин В.Ф. и др. Интегрально – голографические приборы для эндоскопии // Сб., как в [8], 1975, вып. V, с. 161 – 172.
10. Будагян И.Ф., Мировицкий Д.И., Назаров В.Л. Микроволноводные процессоры, вопросы теории и практического применения // Сб., как в [8], 1975, вып. V, с. 88–105.
11. Андреев А.С., Минкара М.С.М. Поведение высших типов волн в области критических сечений нерегулярных ДС // «Известия ВУЗов, Физика», 2012, № 9/2, в печати.