

В.Я. Подвигалкин

Саратовский филиал Института радиотехники и электроники
им. В.А. Котельникова РАН

Объёмные интегральные микроструктуры замедляющих систем на основе вертикально сквозных микропрофилей

В работе рассматривается область компоновки микросхем с тонкими или толстыми плёнками на диэлектрической подложке-носителе при создании электровакуумных СВЧ-приборов вакуумных интегральных СВЧ-схем, и других микросхем. Разработан ряд конструкций замедляющих структур различного вида с помощью полимерных сред на основе метода вертикально сквозных микропрофилей интегральных схем.

Ключевые слова: **объёмные интегральные микроструктуры, вертикально сквозные микропрофили, электровакуумные СВЧ-приборы, замедляющие системы, конструктив, микропрофиль, микроблок, вакуумные СВЧ-переходы.**

Известно несколько различных конструкций замедляющих структур (ЗС) с целью миниатюризации и расширения частотного диапазона в сторону высших колебаний волн. Внесение дополнительных электродов или радиокомпонентов в конструкции приборов [1, 2], либо ужесточение конструктивно-технологических ограничений на ортогональность скрещенных полей, или изменение конструктивных компонентов (конструктивов) ЗС микросхем [3].

Целью настоящей работы явилось разработка объёмных интегральных микроструктур замедляющих систем на основе вертикально сквозных микропрофилей.

Автором разработаны конструкции ЗС и технологии их изготовления на основе вертикально сквозного микропрофиля [3]. Подробное описание конструкции и технологии изготовления микропрофиля можно почерпнуть в патенте [3]. Вертикально сквозные микропрофили, в конструкциях ЗС, образуют вертикально сквозные микрополости. Такая архитектура конструкции допускает провисание электромагнитных полей в микрополостях не касаясь диэлектрического носителя. Толщина подложки-носителя выбирается из размерного ряда 70 – 100 мкм, в зависимости от прочностных параметров конструкции ЗС. Толстая плёнка, носителя токоведущих микрополосков представляет собой оксид алюминия Al_2O_3 γ -модификации. Эта плёнка эластичная и способна нести на себе тугоплавкие топологии, а ЗС на этой основе можно придавать различные формы. Структуры ЗС обеспечивают эксплуатацию их в экстремальных условиях, где кремниевые структуры просто не работают.

Таким образом, возможна дальнейшая миниатюризация этих элементов для использования в приборостроении и радиоэлектронных системах. Фундаментальный же научно-технический предел отодвигается на неопределённые обстоятельства развития радиоэлектронной техники. Появляется возможность расширения частотного диапазона в сторону терагерцового диапазона волн.

На рис. 1 – 3 представлены конструкции ЗС, построенные на названом автором методе вертикально сквозных микропрофилей. Такие ЗС обладают механической прочностью, по сравнению с кремниевыми структурами, которые безусловно уступают.

На рис. 1 изображена двухзаходная спираль изготовленная из двух заготовок.

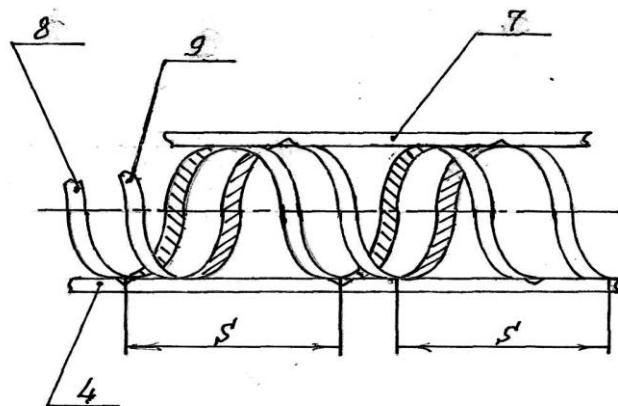


Рис. 1 – Двухзаходная спиральная ЗС: 4, 7 – диэлектрик, 8, 9 – спирали, S – шаг спиралей

На рис. 2 – система типа кольцо – стержень

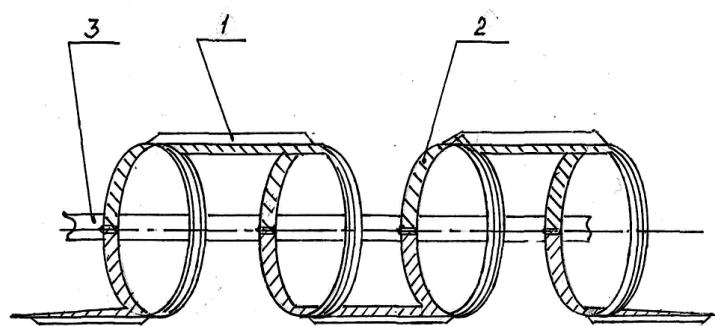


Рис. 2 – Система кольцо-стержень: 1, 3 – диэлектрик, 2 – проводник;

На рис. 3 - конструкция ЗС со встречными витками

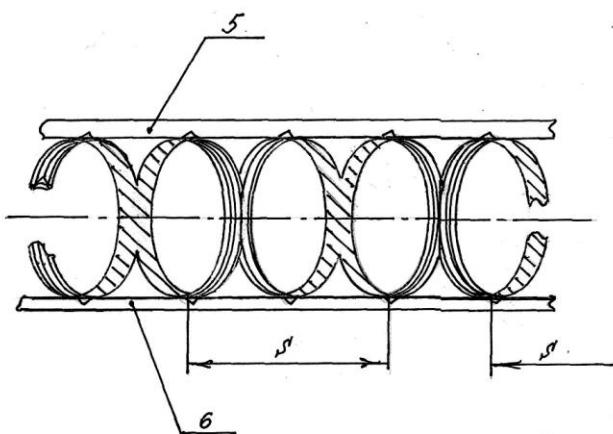


Рис. 3 – ЗС со встречными витками: 5, 6 – два компонента диэлектриков, S – шаг

Предположительно такие ЗС можно будет использовать и в линиях задержки, для корректирования амплитудных искажений в усиительных каскадах электронных схем [4].

Для конструирования микроблочных объёмных конструкций из планарных [3] ЗС автором был разработан ещё один микропрофиль (рис. 4). Такой микропрофиль принципиально отличается от предыдущего скрученной гранью, у которой образующая 4 изменяет первоначальный угол β на изгибе (рис. 5, 6) токоведущих микрополосков на переменный угол β' до законцовки.

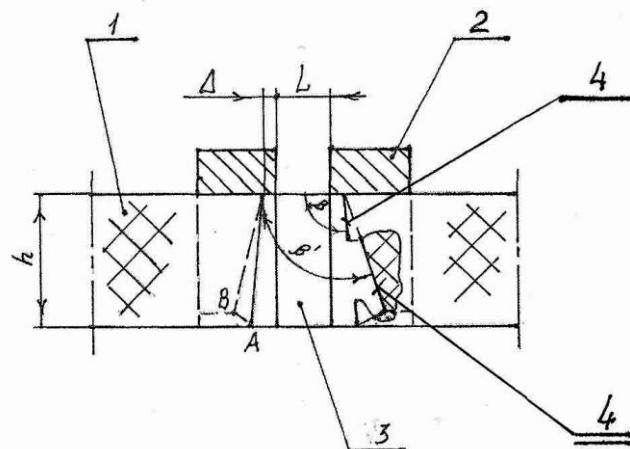


Рис. 4 – Микропрофиль: 1 – носитель, 2 – пленка, 3 – микрополость, 4 – образующая, Δ - кромка, L – зазор, β – угол исходный, β' - угол изменённый, h – высота микрополости

Такой конструктив микропрофиля позволяет, вместе с конструктивом микропрофиля, где угол β постоянный, разработать межслойные переходы, которые чрезвычайно необходимы для микроблочных объёмных конструкций. Конструкций систем обратной волны [4], для высоконадёжных ЭВМ в которых нуждаются системы управления летательных объектов. На рис. 5 и 6 представлены два базовых межслойных перехода типа „клинов“ и „терраса“.

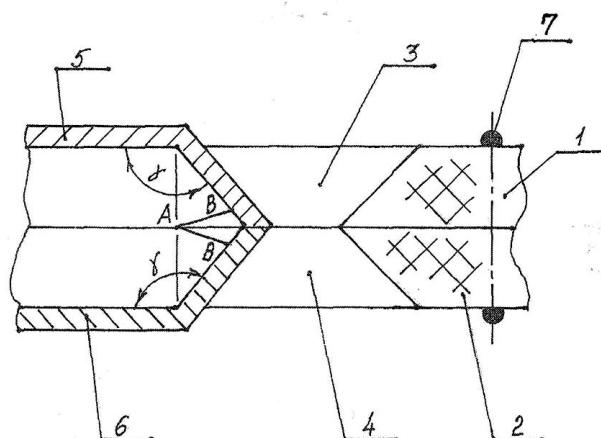


Рис. 5 – Переход типа клин: 1, 2 – диэлектрический носитель, 3, 4 – микрополости, 5, 6 – микрополоски токопроводящие, 7 – соединение, АВ – рёбра микропрофилей, γ – угол наклона микрополоска

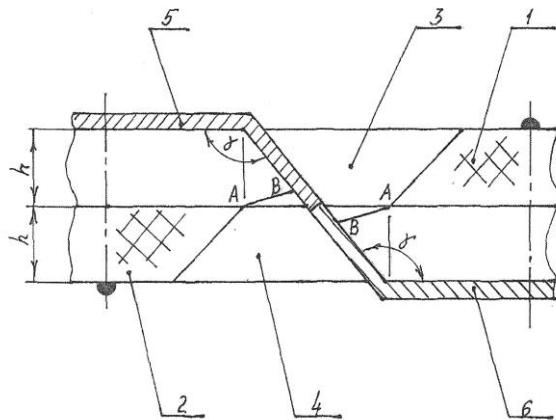


Рис. 6 – Переход типа терраса: 1, 2 – диэлектрический носители, 3, 4 – микрополости, 5, 6 – микрополоски токопроводящие, АВ – рёбра микропрофилей, γ – угол наклона микрополоска, h – толщина диэлектрического носителя

На основании конструкторских и технологических решений была разработана модель микроблока системы обратной волны. На рисунке 7 показана модель микроблока из планарных замедляющих систем типа встречные штыри, расположенных одна над другой. В слоях изображены, показанные на рис. 5 и 6, межслойные переходы для плавного увода СВЧ-волны с одного слоя на другой.

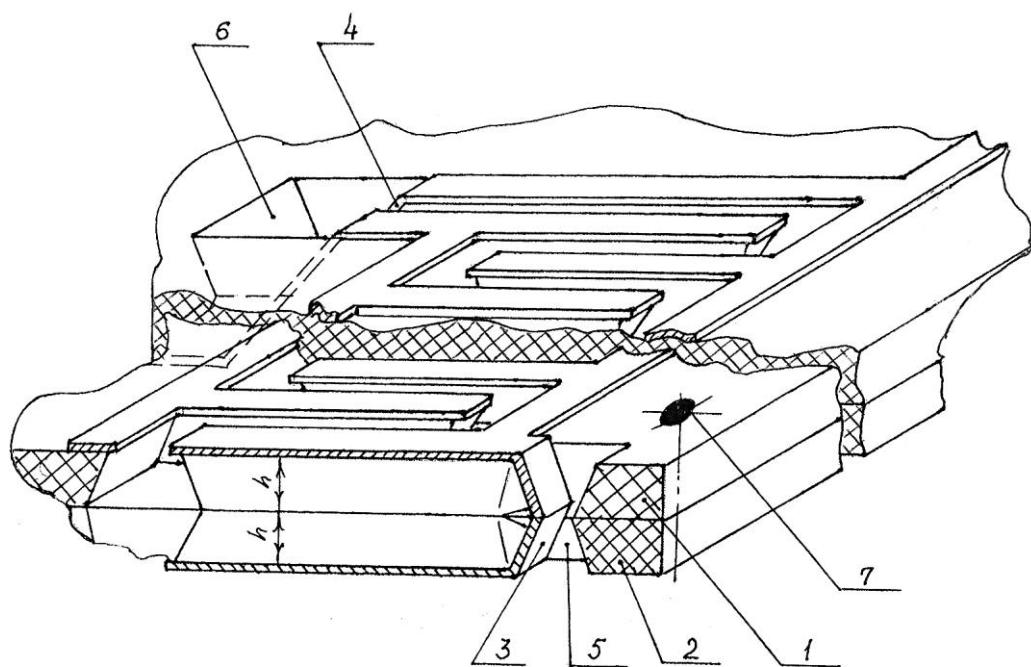


Рис. 7 – Модель микроблока из ЗС с межслойными переходами: 1, 2 – Диэлектрические носители, 3,4 – микрополоски, 5 – микрополость перехода типа „клин“, 6 – микрополость перехода типа „терраса“, h – толщина носителей

Модель и компоновка микроблока определяют способ конструирования полной системы логических элементов для высоконадёжной ЭВМ, работающей в аналого-цифровом режиме.

Основные достоинства представленных конструкций: свободное провисание электромагнитных полей в структурных вертикально сквозных щелях в диапазонах высших колебаний волн; возможность заполнения вертикально сквозных полостей между микропрофилями материалом волоконного световода, что инициирует создание оригинальных ЗС для оптоэлектронных систем.

Преимущества конструкций показывают необходимость дальнейших работ по созданию вакуумных СВЧ приборов систем обратной волны и элементов линий задержки в усилительных каскадах электронных схем.

Применение предложенных конструкций ЗС позволит создавать компактные базовые элементы различных систем. Такие конструкции могут быть полезными как в СВЧ-системах гига- и террагерцовых диапазонах волн, так и в оптоэлектронных системах [5]. Они просты в изготовлении и эксплуатации.

Библиографический список

1. Замедляющая система ламп бегущей волны / Матафонов Р.П. и [др.] / патент 2010381 Рос. Федерация. №3107898/21; заявл. 08.02.1985; опубл. 30.03.1994, Бюл. №7.
2. Викулов И. Вакуумная СВЧ-электроника. По материалам конференции IVEC 2009 /Электроника НТБ – науч.- технич. журнал. Вып. №4, 2010.
3. Микропрофиль структуры вакуумной интегральной СВЧ-схемы и способ его изготовления / Подвигалкин В.Я. / пат. 2404481 Рос. Федерация №2009145194/07; заявл. 08.12.2009; опубл. 20.11.2010, Бюл. №32.
4. Генерирование электрических колебаний специальной формы /Перевод с англ., под ред. Л.Ю. Блюмберга, Т.Р. Брахмана // М.: «Сов. радио», 1951, т. 2. - 424с.
5. Голант М.Б. Численное моделирование нелинейных процессов взаимодействия интенсивного ленточного электронного потока с СВЧ полями встречно-штыревой замедляющей системы, выполненной в виде щелевой линии на диэлектрических подложках /М.Б. Голант, А.В. Гриценко, В.Н. Ефимов, Ю.Ф. Захарченко, В.Я. Подвигалкин, Н.И. Синицын, А.Н. Фёдоров, Ю.Ф. Висюлькин //Всесоюзный межведомственный координационный семинар „Экспериментальные методы исследования и применения электронных пучков в приборах мм и субмм диапазона длин волн“. Г. Харьков, ИРЭ АН УССР, 1987. С. 97.
6. Ермаков О.Н. Оптоэлектроника. Часть 1. Физические основы полупроводниковой электроники. Когерентная электроника /О.Н. Ермаков, А.Н.Пихтин, и [др.] // М.: Изд. «Янус – К», 2010. - 700с.