

ВЫСОКОДОБРОТНЫЕ РЕЗОНАТОРНЫЕ МИКРОСТРУКТУРЫ

Близнюк И.Ю.

Научный руководитель – д.ф.-м.н., проф. Бондаренко И.Н.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, просп. Науки, 14, каф. Микроэлектроники,
электронных приборов и устройств, тел. (057) 702-13-62)
e-mail: inna.bliz@gmail.com, тел. +380999451038

An analysis of the existing types of microwave resonance structures has been carried out to identify the possibilities and prospects of their miniaturization while maintaining high Q values.

Общая тенденция дальнейшей миниатюризации элементной базы электронной техники в случае элементной базы микроэлектроники СВЧ сдерживается двумя существенными факторами.

Первый фактор связан с тем, что в коротковолновой части микроволнового диапазона длина волны электромагнитных колебаний становится равной или значительно меньшей геометрических размеров элементов и компонентов микросхем. Это ведет к необходимости при реализации практических приборов и устройств СВЧ учета большого количества воздействий, обусловленных особенностями взаимодействия конструктивных элементов микросхем с электромагнитными полями.

Вторым фактором является то, что большинство устройств, приборов и измерительных систем микроэлектроники СВЧ используют резонансные системы, размеры которых не могут быть меньшими, чем половина или четверть длины волны электромагнитных колебаний. То есть, размеры таких резонаторов в стандартном исполнении (объемные резонаторы, открытые резонаторы, диэлектрические резонаторы, микрополосковые резонаторы) будут больше, чем размеры основных элементов микросхем.

В последние годы ведутся активные исследования по освоению терагерцового диапазона. Уменьшение длины волны при этом открывает дополнительные возможности преодоления факторов, которые мешают дальнейшей миниатюризации.

Однако, то, что касается резонансных микроструктур, требует тщательных исследований, как в направлении теоретического анализа, так и поиска возможных видов их практической реализации на современном технологическом уровне.

Естественным критерием перспективности того или иного вида резонансной структуры СВЧ для реализации высокодобротных миниатюрных резонаторов в первую очередь являются величина и виды потерь, а также характер их изменения при уменьшении геометрических размеров резонансных структур.

Основным видом собственных потерь в объемных резонаторах являются потери за счет протекания наведенных высокочастотных токов в поверхностных слоях проводников. С ростом частоты этот вид потерь растет и, в совокупности с уменьшением объема для накапливаемой энергии добротность таких резонаторов при уменьшении размеров будет падать [1].

Микрополосковые резонансные структуры (полуволновые и четвертьволновые отрезки линий, кольцевые и дисковые структуры) обладают самыми большими перспективами для миниатюризации в силу возможности использования для их создания пленочных технологий современной микроэлектроники. Однако, в таких резонаторах изначально высоки собственные потери (потери в проводниках, потери в диэлектриках и потери на излучение), которые также будут расти с ростом частоты [1].

В объемных диэлектрических резонаторах стоячих волн имеют место потери в диэлектрике, потери на излучение и потери на элементах поддерживающих конструкций (последние, по-видимому, можно совместить с конструкциями элементов связи). Эти виды потерь также будут расти с ростом частоты. Степень миниатюризации в данном случае будет определяться как уменьшением геометрических размеров, так величиной диэлектрической проницаемости материала резонатора [2].

Для открытых резонаторов, резонаторов бегущих волн, резонаторов типа «шепчущей галереи» все виды упомянутых выше для других резонансных структур потерь сохраняются. При этом характерные размеры таких резонаторов не могут быть меньше, как минимум нескольких длин волн, что существенно ограничивает перспективы их миниатюризации [3].

Таким образом, наиболее оптимальным вариантом для создания высокодобротных миниатюрных резонаторов представляются объемные диэлектрические резонаторы стоячих волн. Для них сохраняется сравнимость характерных геометрических размеров, как минимум с половиной длины волны, а при использовании диэлектриков с большим значением диэлектрической проницаемости – соответствующее изменению длины волны уменьшение размеров.

Список использованной литературы:

1. Конструкции СВЧ устройств и экранов. / Под ред. А.М.Чернушенко –М.: Радио и связь, 1983. – 400с.
2. Диэлектрические резонаторы. / Под ред. М.Е. Ильченко – М.: Радио и связь, 1989. – 328с.
3. Квазиоптические твердотельные резонаторы / А.Я. Кириченко, Ю.В. Прокопенко, Ю.Ф. Филиппов, Н.Т. Черпак. – К.: Наукова думка, 2008. – 296с.