

подавить помеху, совпадающую по частоте с полезным сигналом, в фазовом детекторе.

Селективный усилитель с частотой настройки  $2\Omega$  выделяет полезный сигнал  $I_{\sim}$ , снимаемый с концов пленки, и подводит его ко входу фазового детектора. На другой вход фазового детектора поступает опорное напряжение с частотой  $2\Omega$ , снятое с выхода удвоителя частоты, фаза которого выставлена в соответствии с фазой полезного сигнала  $I_{\sim}$ .

При поступлении на вход детектора полезного сигнала в фазе с опорным напряжением на выходе детектора появляется постоянная составляющая ЭДС сигнала, пропорциональная входному сигналу, т. е. измеряемой мощности.

Основными достоинствами измерителя мощности являются: прямопоказывающая шкала, возможность измерения мощности при больших КСВ, небольшие вносимые потери, быстродействие, простота эксплуатации и настройки, стабильность показаний, малые габариты, масса.

1. *Вунтесмери В. С.* Детектирование на основе гальваномагнитных явлений в ферромагнитных пленках // Изв. вузов СССР. Радиоэлектроника. 1976. 19. № 2. С. 39—45.

Поступила в редколлегию 06.09.84

УДК 621.372.852

*Ю. П. ГУДЗЕНКО, канд. техн. наук*

### **ЭЛЕКТРИЧЕСКИ УПРАВЛЯЕМЫЕ СЕКЦИИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ФАЗОВОГО СДВИГА**

В связи с использованием в современных радиотехнических системах сложных сигналов и полей с управляемым поляризационным состоянием значительный практический интерес представляют быстродействующие электрически управляемые секции дифференциального фазового сдвига (СДС). Применяемые в технике СВЧ механически вращаемые СДС [1] обладают значительной инерционностью, требуют использования механического привода. Устранение указанных недостатков обеспечивается использованием в конструкции СДС полупроводниковых диодов либо продольно ориентированных ферритовых или сегнетоэлектрических элементов.

Управляемая полупроводниковыми диодами СДС выполнена на отрезке круглого волновода с центральным осесимметричным металлическим стержнем, снабженным на краях согласующими ступеньками. В отдельных попарно ортогональных диаметральных плоскостях этого отрезка волновода в кольцевом зазоре между металлическим стержнем и стенкой волновода расположены продольные цепочки сосредоточенных реактивных элементов — по две симметричные относительно оси секции цепочки в каждой диаметральной плоскости. В реактивные элементы одной или обеих цепочек каждой плоскости введены полупроводниковые диоды. Действие такой СДС основывается

ся на поочередном переключении пар цепочек реактивных элементов с полупроводниковыми диодами, относящимися к отдельным диаметральному сечениям СДС. При отсутствии управляющих сигналов СДС характеризуется одинаковыми значениями фазовой постоянной и вносимого фазового сдвига для одноименных составляющих поля волны  $H_{11}$ , лежащих во взаимно ортогональных плоскостях. Подача управляющего сигнала на диоды данной диаметральной плоскости эквивалентна введению в эту плоскость пластины дифференциального фазового сдвига, поскольку волны, поляризованные в плоскости, содержащей цепочки включенных диодов, приобретают фазовый сдвиг относительно волн, поляризованных в ортогональной плоскости. Ориентация вводимого таким образом дифференциального фазового сдвига может изменяться путем переключения управляющих напряжений на цепочки диодов, лежащих в другой диаметральной плоскости, смещенной относительно плоскости первоначального включения на азимутальный угол  $\alpha$ .

Изложенный принцип построения СДС может быть осуществлен также заменой цепочки управляющих диодов продольно ориентированными ферритовыми или сегнетоэлектрическими тороидами. При использовании ферритовых тороидов введение дифференциального фазового сдвига осуществляется подачей импульса перемагничивающего тока на тороиды, расположенные в требуемой диаметральной плоскости. Особенности такой СДС являются возможность существенного увеличения мощности волны, подвергаемой поляризации по отношению к управлению, и сохранение введенного дифференциального фазового сдвига при отключенном источнике питания (магнитная память).

Приближенное определение дифференциального приращения фазовой постоянной, связанного с переключением управляющих элементов, может быть произведено на основе выводов теории возмущения полых систем [3, 4]. При этом цепочки диодов и управляющие тороиды рассматриваются как продольно-однородные возмущающие элементы, изменение состояния которых сопровождается изменением среднего значения энергии, запасенной в электрическом либо магнитном поле отрезка волновода. Так, приращение фазовой постоянной при перемагничивании пары тороидов, относящихся к данной диаметральной плоскости, определится выражением

$$\Delta\beta/\beta_0 = (1/2W'_0)(k^2/\beta_0^2) \int_{s_1}^{\leftrightarrow} (\mu_2 - \mu_1) \vec{H} \vec{H}^* ds, \quad (1)$$

где  $\beta_0$  — фазовая постоянная сечения при одинаково намагниченных тороидах;

$$W'_0 = \frac{1}{2} \int_{s_1} \epsilon_1 E_m^2 ds = \frac{1}{2} \int_{s_1} \mu_1 H_m^2 ds; \quad (2)$$

$k$  — волновое число свободного пространства,  $k = \omega \sqrt{\mu_1 \epsilon_1}$ ;  $s_1, s_1$  — сечение управляющего элемента и сечение волновода;  $\vec{H}, \vec{H}^*, H_m, E_m$

— векторные комплексные, сопряженные и амплитудные значения напряженностей электрического и магнитного полей;  $\mu_1, \mu_2$  — тензор магнитной проницаемости тороида для двух состояний намагниченности;  $\epsilon_1, \mu_1$  — усредненные по сечению секции значения диэлектрической и магнитной проницаемостей.

Следует отметить, что приращения фазовой постоянной и, следовательно, уточнение значений используемых в приведенных формулах расчетных величин определяется экспериментальными измерениями резонансной частоты резонатора, образованного короткозамкнутой с двух сторон СДС при колебаниях  $H_{111}$ , плоскость поляризации которых совпадает с диаметральной плоскостью, содержащей переключаемые элементы, либо перпендикулярна ей. Изменение резонансной частоты  $\Delta\omega$ , вызванное переключением управляющих элементов, определит дифференциальное приращение фазовой постоянной отрезка волновода

$$\Delta\omega/\omega_0 = -\Delta\beta/\beta_0 (\beta_0/k)^2 \quad (3)$$

Экспериментальные исследования СДС, управляемых полупроводниковыми диодами (см., например, работу [2]), подтверждают возможность технической реализации как четвертьволновых, так и полуволновых секций, обладающих удовлетворительными электрическими параметрами: проходное затухание не более 1 дБ, отклонение дифференциального фазового сдвига не более  $\pm 5^\circ$  в полосе частот 15 %.

Практическое использование и усовершенствование описанных СДС позволит реализовать устройства, обеспечивающие электрическое управление фазовой и поляризационным состоянием электромагнитной волны.

1. Канарейкин Д. Б., Павлов Н. Ф., Потехин В. А. Поляризация радиолокационных сигналов. М.: Сов. радио, 1966. 440 с. 2. Макаренко А. С. Поляризационный однополосный модулятор на варакторных диодах // Изв. вузов. Радиоэлектроника. 1977, Т. XX, № 10. С. 55—63. 3. Микаэлян А. Л. Теория и применение ферритов на сверхвысоких частотах. М.; Л.: Госэнергоиздат, 1963. 663 с. 4. Никольский В. В. Теория электромагнитного поля. М.: Высшая шк., 1964. 384 с.

Поступила в редколлегию 06.09.84

УДК 621.385.2

М. В. ДЕРЕЛОВСКИЙ, Б. М. ЛАВРУШИН, В. А. ПРУС, кандидаты техн. наук

### УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МИШЕНЕЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ЛАЗЕРОВ С ЭЛЕКТРОННОЙ НАКАЧКОЙ

Дальнейшее усовершенствование полупроводниковых лазеров с электронной накачкой [1, 3], используемых в проекционных устройствах отображения информации на большой экран, зависит от разработки мишеней с улучшенными параметрами и формирования мощных, малого сечения электронных пучков. Для изучения этих вопросов спроектирована и изготовлена электронно-лучевая установка (см.