

МЕТОДИКА УЧЕТА ГРУБЫХ ПРОМАХОВ МНОГОДЕТЕКТОРНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ ДЛИНЫ ВОЛНЫ

В связи с интенсивным развитием элементной базы миллиметрового диапазона, поиском новых типов линий передач для этого диапазона актуальной является задача определения дисперсионных характеристик волноводов как на этапе исследований, так и в конкретных технологических условиях производства [2; 3]. Возможным вариантом решения проблемы является использование многодетекторных измерителей длины волны в металлодиэлектрических и диэлектрических волноводах [1] (рис. 1), где с учетом специфики задачи определение длины волны производится относительно неподвижных отсчетных плоскостей исследуемого волновода

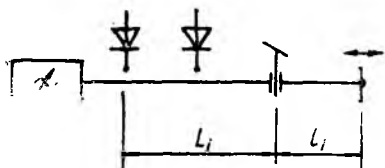


Рис. 1

при плавной перестройке электрической длины известного волновода $\lambda_g \approx \lambda_b L_{12} / l_{21}$ (1), где λ_b — длина волны в известном волноводе, а при повторном измерении относительно дополнительной отсчетной плоскости, когда общая электрическая длина тракта изменяется на величину $q = -2l_{32} / \lambda_b + 2L_{23} / \lambda_g$ (2) путем округления до целого

числа $q^c = q + \Delta q$ (3) и подстановки в (2) удается определить длину волны в волноводе $\lambda_g = L_{23} \left(-\frac{l_{32}}{\lambda_b} + \frac{q^c}{2} \right)^{-1}$ с относительной погрешностью порядка $\delta \lambda_g \approx \frac{\Delta L_{23}}{T_{23}}$, где $T_{23} = L_2 - L_3$ — расстояние между отсчетными плоскостями при повторном измерении, выбираемое из условия $L_{23} \gg T_{12}$ (4); ΔL_{23} — абсолютная погрешность измерения расстояния L_{23} .

Предложенный метод является достаточно эффективным, когда имеется априорная информация о длине волны λ_g , а расстояние L_{12} соответствует условию $L_{12} < \frac{\lambda_g}{2}$. В других случаях в определении λ_g может появиться грубый промах $\Delta \lambda_g^n$, т. е.

$$\lambda_g' = \lambda_g \pm \Delta \lambda_g^n = L_{23} \left(-\frac{l_{32}}{\lambda_b} + \frac{q \pm q^n}{2} \right)^{-1},$$

что обусловлено ошибкой определения по формулам (1), (2) числа полуволн в тракте q^c на целое число $q' = q \pm q^n$ за счет погрешности измерения частотомера генератора $\Delta \lambda_b$ и определения соответствующих расстояний Δl_{ij} и ΔL_{ij} .

С учетом указанных погрешностей соотношение (3) можно переписать в виде

$$q = q^c \pm \Delta q = 2 \frac{(L_{27} \pm \Delta l_{23}) (l_{21} \pm \Delta l_{21})}{(\lambda_b \pm \Delta \lambda_b) (L_{12} \pm \Delta L_{12})} - 2 \frac{l_{32} \pm \Delta l_{32}}{\lambda_b \pm \Delta \lambda_b}, \quad (5)$$

где q^e определяется из (5) при $\Delta L_{ij} = \Delta l_{ij} = \Delta \lambda_b = 0$. Учитывая (4), из последнего выражения можно получить, что $L_{23}/L_{12} = q/V$ (6), где $V = 2l_{21}/\lambda_b$ — параметр, известный из измерений, а также $L_{23} \approx q\lambda_b/2$ (7). Принимая во внимание, что l_{ij} — случайная величина, можно считать, что $\delta l_{21} = \delta l_{32} = \delta l$, а влияние погрешностей δl_{ij} и $\Delta \lambda_b$ на величину q можно учесть множителем

$$R_m = \frac{1 \pm \delta l}{1 \pm \delta \lambda_b}. \quad (8)$$

Тогда из соотношений (5) — (8) после несложных преобразований получаем

$$q = R_m \left[q^e + q \frac{(1 - q/V) \delta L_{23}}{1 + q \delta L_{23}/V} \right]. \quad (9)$$

Очевидно, грубый промах отсутствует, если $\Delta q = |q - q^e| < 0,5$ и в соответствии с (9) на погрешность δL_{23} накладываются условия

$$(\pm \delta L_{23})_1 < \frac{-0,5R_m + qR_m - q}{0,5R_mq/V - 2R_mq^2/V + q^2/V + qR_m}; \quad (10)$$

$$(\pm \delta L_{23})_2 < \frac{-0,5R_m - qR_m + q}{0,5R_mq/V + 2R_mq^2/V - q^2/V + qR_m}. \quad (11)$$

Численный эксперимент с использованием двух последних соотношений показывает, что при оценке погрешности множителем $R_m > 1$, допустимая величина δL_{23} определяется по формуле (10). На рис. 2, 3

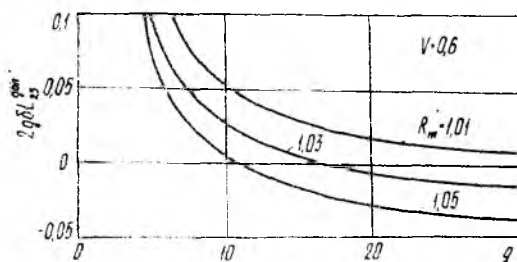


Рис. 2

представлены расчетные зависимости для различных R_m и V , найденные по (10).

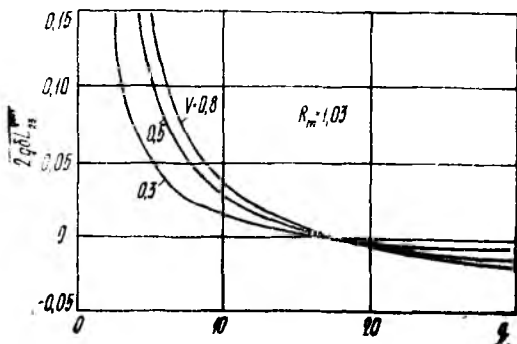


Рис. 3

Учитывая, что для конкретной длины волны соотношение $\frac{\Delta L}{\lambda_g} = \text{const}$, то из (10) можно определить зависимость максимально возможной разности электрических длин тракта q_m , соответствующей предельно допустимой погрешности $\delta L_{23}^{\text{доп}}$, от величины ΔL

$$q_m = \frac{R_m \Delta L (V + 0,5) + 2L_{12}}{4(R_m - 1)L_{12} + \Delta L(2R_m - 1)}$$

В том случае, когда $\Delta L \ll L_{12}$, можно записать упрощенное условие для q_m $q_m \approx R_m/2(R_m - 1)$, которое не зависит от V (на рис. 3 при $R_m = 1,03$ все кривые пересекаются в одной точке на оси q , соответствующей q_m).

Расстояние между отсчетными плоскостями при повторном измерении следует выбирать из условия $q < q_m$. Из работы [1] известно, что $\delta \lambda_g$ уменьшается с ростом q . Однако, при $q \leq q_m$ и $\Delta L = 0$ в измерениях может появиться грубый промах. Оптимальным будет условие выбора рассогнания q как $q = (0,5 \div 0,7) q_m$.

Предложенная методика позволяет при соответствующем выборе отсчетных плоскостей исключить появление грубых промахов, а также осуществлять оценку корректности проводимых измерений.

Список литературы: 1. Кондрашихин А. Б., Плоткин А. Д., Саламатин В. В. Измерение дисперсионных характеристик полосковых металлодиэлектрических волноводов // Радиотехника. 1988. Вып. 86. С. 91—95 2. Кондрашихин А. Б. Автоматизированный контроль дисперсионных свойств открытых волноводов КВЧ диапазона // Системы контроля параметров электронных устройств и приборов. М.: 1989. С. 11—12. 3. Кондрашихин А. Б. Коррекция случайной погрешности измерения длины волны в металлодиэлектрическом волноводе // Методы и модели интенсификации производства. К., 1988. С. 130—134.

Поступила в редколлегию 24.11.89

УДК 621.3.049

В. Н. БЫКОВ, канд. техн. наук, А. С. ВИЛЬЧИНСКИЙ,
Н. Г. ЛОТОХ, канд. техн. наук

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА КОНТРОЛЯ МИКРОСХЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОТЕПЛОВОЙ АНАЛОГИИ

В работе [1] предложен неразрушающий метод контроля интегральных микросхем (ИС), основанный на периодическом нагреве основания корпуса ИС под кристаллом и измерении разности фаз $\Delta\phi$ между колебаниями (в квазиустановившемся режиме) температур кристалла и основания корпуса ИС. При этом изменения температуры кристалла контролируются с помощью температурно-чувствительного параметра ИС, например, прямого падения напряжения на одном из $p - n$ переходов микросхемы.

С целью оценки влияния параметров источника нагрева, конструкции ИС и дефектов сборки на измеряемую разность фаз $\Delta\phi$, рассмотрим приближенную модель нестационарного теплопереноса