

Изобретение относится к области контрольно-измерительной техники и может быть использовано во всех отраслях народного хозяйства где необходимо измерять толщины различных диэлектрических покрытий, нанесенных на немагнитные электропроводящие основания.

Цель изобретения - повышение точности измерений за счет исключения температурного дрейфа коэффициента передачи логарифмического усилителя.

На чертеже представлена блок-схема предлагаемого толщиномера.

Вихретоковый толщиномер содержит последовательно соединенные автогенератор 1, вихретоковый преобразователь 2 (ВТП), усилитель 3, амплитудный детектор 4, логарифмический усилитель 5, делитель 6 напряжений и индикатор 7, последовательно соединенные источник 8 опорного напряжения, сумматор 9, второй вход которого подключен к выходу логарифмического усилителя 5, а выход - к второму входу делителя 6 напряжений.

Вихретоковый толщиномер работает следующим образом.

Автогенератор 1 питает синусоидальным током преобразователь 2, сигнал с измерительной обмотки которого, появляющийся при взаимодействии преобразователя с объектом, усиливается усилителем 3 и детектируется амплитудным детектором 4, после чего логарифмируется логарифмическим усилителем 5. Выходной сигнал последнего, пропорциональный величине $\ln A$, поступает на первый вход делителя 6 напряжений и одновременно на второй вход сумматора 9. Выходной сигнал сумматора 9, пропорциональный величине

$$V_{on} + \ln A,$$

где V_{on} - выходное напряжение источника 8 опорного напряжения;

A - нормированная амплитуда вносимого напряжения, поступает на второй делитель 6 напряжений, выходной сигнал которого, пропорциональный величине $V_6 \approx \frac{\ln A}{V_{on} + \ln A}$, поступает на индикатор 7, шкала которого калибруется в единицах измерения толщины h .

Вносимое в накладной преобразователь напряжение можно выразить следующим образом:

$$V_{вн} = j\eta \frac{\lambda - \sqrt{\lambda^2 + j\beta_1^2}}{\lambda + \sqrt{\lambda^2 + j\beta_1^2}} e^{-2\lambda h},$$

где η - постоянная;

$$\lambda = \frac{3}{2}R_0; \quad \beta_1 = D\sqrt{\omega\mu_0 G},$$

где D - диаметр контура максимальной плотности вихревых токов $D = 2(R_0 + Kh)$, при этом K - постоянная;

ω - круговая частота;

G - удельная электропроводность

$$\left[\frac{\text{MCM}}{\text{M}} \right].$$

В нашем случае $\beta_1 \gg 1$.

Тогда $|V_{вн}| = A = \eta e^{-2\lambda h}$.

Однако истинная зависимость $A(h)$ описывается выражением приближенно, что также является следствием того, что диаметр контура максимальной плотности вихревых токов зависит от зазора.

Такая зависимость будет учтена, если параметр λ представить в виде

$$\lambda = \frac{K_1}{1 + K_2 h},$$

где K_1 и K_2 - постоянные, причем $K_2 \approx 0,13$.

Тогда из выражения для A с учетом λ запишется

$$A = \eta e^{-\frac{K_3 h}{1 + K_2 h}},$$

где K_3 - постоянная.

Решение этого уравнения относительно h имеет вид

$$h = \frac{C_1 \ln A}{1 + C_2 \ln A},$$

где h - толщина покрытия (зазор);

C_1, C_2 - постоянные.

На практике ввиду простоты реализации и высокой точности генерации логарифмической функции преобразования сигнала (ФПС), получают логарифмические усилители с включением дифференциальной транзисторной пары в обратную связь операционного усилителя.

Функция преобразователя ФПС входных сигналов такого усилителя имеет вид

$$\xi \varphi_T \ln A,$$

где ξ - постоянная;
 φ_T - температурный потенциал;
 $\varphi_T = f(t^\circ)$.

Выходное напряжение источника опорного напряжения также зависит от φ_T , причем $V_0 = N \varphi_T$, где N - постоянный коэффициент.

На основании изложенного одним из основных достоинств предлагаемой ФПС является то, что ее структура позволяет эффективно исключить мультипликативную температурную погрешность всего измерительного тракта.

Действительно, учитывая ФПС логарифмического усилителя 5 и зависимость опорного напряжения от φ_T , выходное напряжение делителя 6 напряжений (V_6) можно выразить следующим образом:

$$V_6 = \frac{\varphi_T K_3 \ln A}{N \varphi_T + K_4 \varphi_T \ln A} = \frac{K_3 \ln A}{N + \ln A},$$

5 где K_3 и K_4 - постоянные.

Из этого выражения следует, что показания индикатора 7 не зависят от температурной нестабильности коэффициента передачи логарифмического усилителя 5 и пропорциональны измеряемой толщине h покрытия.

10 Исключить температурный дрейф коэффициента передачи логарифмического усилителя наилучшим образом можно, если вместо диодов, входящих в источник опорного напряжения 8, использовать транзисторы в диодном включении, выполненные в одном интегральном корпусе с дифференциальной транзисторной парой, входящей в логарифмический усилитель.

20 Ввиду независимости показаний такого толщиномера от изменений температуры окружающей среды он может быть использован в самых различных температурных условиях.

Составитель В. Филинов

Редактор Л. Зайцева

Техред И. Лидык

Корректор М. Демчик

Заказ 4756/35

Тираж 680

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4