



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

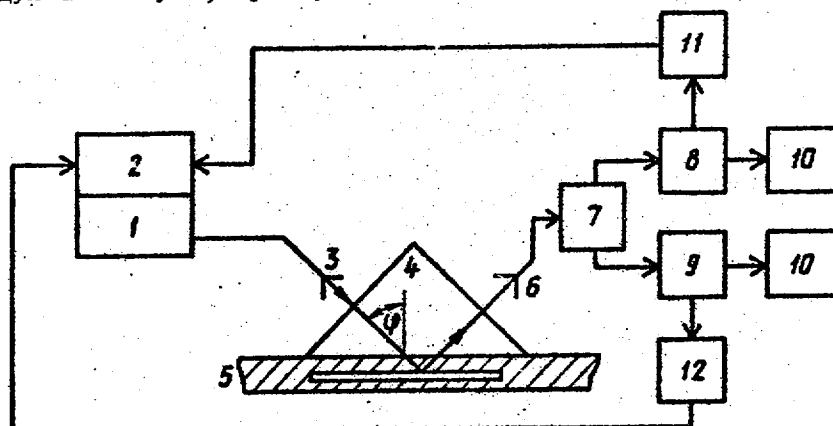
(21) 3911695/24-09
(22) 11.06.85
(46) 15.10.86. Бюл. № 38
(71) Институт прикладной физики
АН БССР
(72) В.А.Конеv, Н.В.Любецкий,
В.Н.Цвирко и С.А.Тиханович
(53) 621.317.39(088.8)
(56) Неразрушающие физические методы
и средства контроля. Материалы IX
ВНТК. 26-28 мая, 1981. Минск, секция
Д, с.68-69.

Авторское свидетельство СССР
№ 310109, кл. G 01 B 15/02, 1969.

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛУБИНЫ ЗА-
ЛЕГАНИЯ РАССЛОЕНИЙ В ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
МАТЕРИАЛАХ

(57) Изобретение относится к измери-
тельной технике, повышает точность
определения глубины залегания рассло-
ений и обеспечивает определение ве-
личины расслоения. Устр-во, реализу-
ющее способ, содержит панорамный
свипгенератор 1, индикатор 2, рупор-
ную передающую антенну 3, призму 4

полного внутреннего отражения, конт-
ролируемый образец 5, приемную всепо-
ляризованную антенну 6, делитель 7
в виде поляризационной проволочной
решетки, направленные ответвители 8,
9, согласованные нагрузки 10; СВЧ-де-
текторы 11, 12. Угол падения линейно
поляризованной электромагнитной вол-
ны (ЭМВ) выбирают большим угла пол-
ного внутреннего отражения. Длину ли-
нейно поляризованной ЭМВ изменяют по
линейному закону. Измеряют эллиптич-
ность (Э) отраженной ЭМВ и соответ-
ствующее ей значение длины линейно
поляризованной ЭМВ λ_1 в момент нача-
ла изменения Э. Определяют значение
Э на длине λ_2 , выбранной из условия
отсутствия переотражений внутри диэл.
материала. По длине волны λ_1 по из-
вестной зависимости рассчитывают глу-
бину залегания расслоения. По значе-
ниям λ_1 и λ_2 , соответствующим им
значениям Э и рассчитанному значению
глубины залегания расслоения опреде-
ляют величину угла падения по гра-
дуировочным кривым. 1 ил.



Изобретение относится к измерительной технике, а именно к технике неразрушающего контроля качества сплошных и клееных диэлектрических материалов и слоев.

Цель изобретения - повышение точности определения глубины залегания расслоений и обеспечение определения величины расслоения.

На чертеже приведена структурная электрическая схема устройства, реализующего способ определения глубины залегания расслоений в диэлектрических материалах.

Устройство содержит панорамный свипгенератор 1, индикатор 2 (например Р2-69), рупорную передающую антенну 3, призму 4 полного внутреннего отражения, контролируемый образец 5, приемную всеполяризованную антенну 6, делитель 7 в виде поляризационной проволочной решетки, направленные ответвители 8 и 9, согласованные нагрузки 10, СВЧ-детекторы 11 и 12.

Способ определения глубины залегания расслоений в диэлектрических материалах реализуется следующим образом.

Формируют в контролируемом образце 5 экспоненциально затухающее по глубине СВЧ поле, для чего линейно поляризованное с переменной длиной волны излучение от свипгенератора 1 через рупорную передающую антенну 3 падает перпендикулярно на боковую грань призмы 4. Материал призмы 4 выбран из условия $\epsilon_1 > \epsilon_2$, а боковые грани расположены под углом φ к основанию призмы, причем $\varphi > \arcsin \sqrt{\frac{\epsilon_2}{\epsilon_1}}$, где ϵ_1 и ϵ_2 - диэлектрические проницаемости материала призмы 4 и контролируемого образца 5. Отраженная от контролируемого образца 5 эллиптически поляризованная волна принимается приемной всеполяризованной антенной 6. Волна с приемной всеполяризованной антенны 6 поступает в делитель 7 в виде поляризационной проволочной решетки. Решетка установлена под углом 45° к направлению распространения волны, а направления проволочек параллельно большой оси эллипса поляризации. Это положение устанавливается при калибровке путем поворота приемной всеполяризованной антенны 6 и делителя 7 волны вокруг оси распространения волны. Составляющая

электромагнитной волны, электрический вектор которой перпендикулярен направлению проволочек поляризационной проволочной решетки делителя 7 волны, проходит через нее, попадает в направленный ответвитель 8 и детектируется СВЧ-детектором 11. Составляющая, электрический вектор которой параллелен направлению проволочек решетки (большая ось эллипса поляризации), отражается от нее, попадает в направленный ответвитель 9 и детектируется СВЧ-детектором 12. Продетектированные сигналы с СВЧ-детекторов 11 и 12 поступают соответственно на входы индикатора 2. При отсутствии расслоения на экране индикатора 2 будет прямая горизонтальная линия, а при наличии расслоения получается кривая.

С помощью частотной метки свипгенератора 1 определяется длина волны, при которой начинает изменяться эллиптичность отраженной волны (отношение малой оси эллипса поляризации к большой) и индицируется цифровым индикатором на свипгенераторе 1. С помощью аттенюатора индикатора 2 определяется относительное изменение эллиптичности при максимальной и минимальной длине волны в децибеллах. При этом глубина проникновения (взаимодействия) в контролируемый образец 5 определяется по выражению:

$$d = \frac{\lambda \sqrt{\epsilon_{12}} \cos \varphi}{\Pi(1 - \epsilon_{12}) \sqrt{\sin^2 \varphi - \epsilon_{12}}}, \quad (1)$$

где λ - длина электромагнитной волны;

φ - угол падения;

ϵ_{12} - относительная диэлектрическая проницаемость (призмы - контролируемый материал).

Эллиптичность $\text{tg} \psi / 2$ электромагнитной волны, отраженной от контролируемого образца 5 без расслоения, не зависит от частоты и равна:

$$\text{tg} \psi / 2 = \frac{\cos \varphi \sqrt{\sin^2 \varphi - \epsilon_{12}}}{\sin^2 \varphi} \quad (2)$$

При наличии расслоения в контролируемом образце 5 эллиптичность отраженной электромагнитной волны не изменяется при глубине проникновения, меньшей глубины залегания расслоения. При дальнейшем увеличении глубины проникновения эллиптичность отраженной электромагнитной волны начинает изменяться относительно зна-

чения (2). Это изменение зависит от величины расслоения и монотонно увеличивается с увеличением длины электромагнитной волны. Таким образом, если в момент начала изменения эллип- 5 тичности относительно значения (2) зафиксировать длину электромагнитной волны, то можно из (1) определить глубину залегания расслоения. Величину расслоения определяют либо с помощью расчетных монограмм, либо путем решения основного уравнения эллипсомерии для известных значений эллиптичности при двух длинах электромагнитной волны.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Способ определения глубины залегания расслоений в диэлектрических материалах, включающий облучение контролируемого материала линейно поляризованной электромагнитной волной под углом к его поверхности и изменение параметров отраженной электромагнитной волны, о т л и ч а ю - 20 щ и й с я тем, что, с целью повышения точности определения глубины за-

легания расслоений и обеспечения определения величины расслоения, угол падения линейно поляризованной электромагнитной волны выбирают большим угла полного внутреннего отражения, изменяют по линейному закону длину линейно поляризованной электромагнитной волны, при этом измеряют эллиптичность отраженной электромагнитной волны, фиксируют ее значение и λ_1 - соответствующее ей значение длины линейно поляризованной электромагнитной волны - в момент начала изменения эллиптичности, определяют значение эллиптичности на длине λ_2 15 линейно поляризованной электромагнитной волны, выбранной из условия отсутствия переотражений внутри диэлектрического материала, по длине λ_1 волны по известной зависимости рассчитывают глубину залегания расслоения, а по значениям длин λ_1 и λ_2 линейно поляризованной электромагнитной волны, соответствующим им значениям эллиптичности и рассчитанному значению глубины залегания расслоения определяют его величину по градуировочным кривым.

Составитель Л. Лысов

Редактор Н. Киштулинец

Техред Л. Олейник Корректор Л. Пилипенко

Заказ 5553/43

Тираж 778

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