



УКРАЇНА

(19) UA (11) 78053 (13) C2
(51) МПК (2006)
G01R 27/26
G01N 22/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ДІЕЛЕКТРИКІВ

1

(21) 20041210670
(22) 24.12.2004
(24) 15.02.2007
(46) 15.02.2007, Бюл. № 2, 2007 р.
(72) Коваленко Олексій Григорович, Шамшин Олександр Петрович
(73) УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
(56) UA 67978, 15.07.2004
SU 1539681, 30.01.1990
RU 2034276, 30.04.1995
US 3458808, 29.07.1969
US 5103181, 07.04.1992
EP 0418117, 20.03.1991

2

(57) Пристрій для вимірювання параметрів діелектриків, що містить відрізок хвилеводу та послідовно включений у хвилевід резонатор, який **відрізняється** тим, що резонатор виконаний у вигляді циліндричного щілинного резонатора, подовжня вісь якого паралельна подовжній осі хвилеводу, причому товщина стінки резонатора в області щілини виконана мінімально можливою, а резонатор розташований у двогранному куті, утвореному широкою і вузькою стінками хвилеводу, при цьому досліджуваний зразок розташований поблизу одного з торців циліндричного резонатора симетрично відносно щілини.

Пристрій відноситься до техніки вимірювань, а саме до пристроїв для вимірювання діелектричної проникності матеріалів, наприклад, у формі диска малого (у порівнянні з довжиною хвилі) діаметра.

Відомі пристрої для вимірювання діелектричної проникності з використанням об'ємних резонаторів [Викторов В.А. и др. Радиоволновые измерения параметров технологических процессов. -М.: Энергоатомиздат, 1989. -208с.]. Пристрій містить відрізок хвилеводу, у який послідовно включено резонатор.

Резонаторні методи забезпечують найвищу точність вимірювань, однак ці методи є придатними у випадку повного заповнення резонатора досліджуваною речовиною, відповідно, необхідно використовувати порівняно великі зразки, розміри яких порівняні з довжиною хвилі. Якщо в міліметровому діапазоні це не істотно (абсолютні розміри зразка малі - кілька міліметрів), то в сантиметровому діапазоні абсолютні розміри зразка складуть сантиметри. Це ускладнює виготовлення зразків для вимірів. Якщо ж використовувати зразки малого розміру, наприклад, у вигляді диска, то коефіцієнт включення зразка в резонатор виявляється малим. Відповідно, резонансна частота змінюється незначно й чутливість пристрою низька.

Найближчим за технічною сутністю до пропонованого винаходу (прототипом) є пристрій для

вимірювання параметрів діелектриків, що містить відрізок хвилеводу з включеним послідовно резонатором, у якому розміщено зразок, що досліджується [Буртовой Д.П., Мироненко В.Л., Терещенко А.И. Применение открытого цилиндрического предельного резонатора для исследования диэлектрических свойств вещества //Изв. Вузов СССР. Радиотехника. 1970. Т XIII, №9, с.1085-1091].

Недоліком прототипу є низька чутливість при вимірі параметрів зразків діелектриків малого розміру (у порівнянні з довжиною хвилі, на якій проваджуються вимірювання).

Цей недолік обумовлений малими розмірами досліджуваного зразка у порівнянні з розмірами резонатора. Відповідно коефіцієнт включення зразка в резонатор виявляється малим, що і приводить до зменшення чутливості.

Метою винаходу є підвищення чутливості при вимірюванні параметрів зразків малих розмірів.

Поставлена мета досягається тим, що в пристрої для виміру параметрів діелектриків, що містить відрізок хвилеводу з послідовно включеним резонатором, у якому розташовується зразок, резонатор виконаний у виді циліндричного щілинного резонатора, подовжня вісь якого паралельна подовжній осі хвилеводу, при цьому товщина стінки в області щілини мінімальна, і щілинний резонатор розміщений у двогранному куті, утвореному вузь-

(13) C2

(11) 78053

(19) UA

кою і широкою стінкою хвилеводу, а зразок розміщується поблизу одного з торців резонатора симетрично щілини.

Суттєвими відмітною ознаками запропонованого винаходу є використання резонатора у вигляді циліндричного щілинного резонатора, зменшення товщини стінки резонатора в області щілини до мінімально можливої, розміщення резонатора в двогранному куті, утвореному вузькою і широкою стінкою, а також розміщення досліджуваного зразка поблизу одного з торців резонатора.

Заявнику невідомі пристрої для виміру параметрів діелектриків, суттєві відмітні ознаки яких збігаються з суттєвими відмітними ознаками винаходу, що заявляється, у відомій йому патентній і науково-дослідній літературі.

Таким чином, на думку заявника, винахід відповідає критерію "суттєві відмінності".

Суть винаходу пояснюється кресленнями, на яких зображено:

Фіг.1 - пристрій для вимірювання параметрів діелектриків;

Фіг.2 - пристрій для вимірювання параметрів діелектриків, вид збоку;

Фіг.3 - калібрувальний графік.

На Фіг.1 зображений пристрій для вимірювання параметрів діелектриків, що містить хвилевід 1, у двогранному куту якого, утвореному вузькою і широкою стінками хвилеводу 1 розташований циліндричний щілинний резонатор 2 і досліджуваний зразок 3.

Зразок 3 розташований поблизу торця циліндричного резонатора 2.

Пристрій для вимірювання параметрів діелектриків працює у такий спосіб.

Електромагнітна хвиля, поширюючись по хвилеводу 1, досягає циліндричного щілинного резонатора 2. На резонансній частоті в резонаторі 2 збуджується коливання типу резонансу Гельмгольца [Велиев Э.И., Коваленко А.Г. и др. Экспериментальное исследование электродинамических свойств незамкнутого цилиндра в прямоугольном волноводе. Радиотехника и электроника, М, 1983г., с.1038-1042]. У результаті ефективні розміри циліндричного щілинного резонатора 2 зростають, і відбувається електродинамічне перекриття хвилеводу 1.

У першому наближенні резонансну частоту такої системи можна розглядати, використовуючи співвідношення:

$$f = \frac{0,159 \cdot c}{r \sqrt{\varepsilon} \sqrt{-2 \ln \frac{\theta}{2}}}$$

де c - швидкість світла,

ε - діелектрична проникність в області щілини,

r - внутрішній радіус циліндра,

θ - кутова напівширина щілини.

Необхідно відзначити, що циліндричний щілинний резонатор є квазістатичною структурою із сильним просторовим поділом компонентів полів. Так, виток циліндра еквівалентний витку котушки, а щілина еквівалентна конденсатору. Відповідно в області щілини зосереджено більш ніж 90% енергії електричного поля, а усередині циліндра, в області, протилежній щілині, зосереджене практично все магнітне поле. Отже, такий резонатор буде чутливий до розміщення в області щілини діелектричних матеріалів.

Зменшення товщини циліндра 2 в області щілини переслідує дві мети. По-перше, оскільки бічні стінки щілини є обкладками конденсатора, то зменшення товщини стінки приводить до зменшення ємності. Наслідок - збільшення добротності циліндричного щілинного резонатора 2 і в результаті - підвищення чутливості пристрою.

По-друге, при зменшенні товщини стінок резонатора 2 зростає концентрація електричного поля поза щілиною, що також підвищує чутливість пристрою.

Розміщення циліндричного резонатора 2 у двогранному куті хвилеводу 1, утвореному вузькою і широкою стінками хвилеводу 1 також сприяє підвищенню добротності резонатора за рахунок винесення його з максимуму енергії хвилі, переданої хвилеводом, внаслідок чого зв'язок резонатора з хвилеводом виявляється слабким. При цьому резонатор розміщується поза максимумом енергії хвилі.

Точний розрахунок резонансної частоти циліндричного щілинного резонатора неможливий через вплив факторів, що важко враховуються, таких, як провідність стінок циліндра, товщина циліндра в області щілини й інших технологічних факторів. Тому доцільно використовувати калібрувальний графік - Фіг.3. Для побудови графіка використовуються матеріали, діелектрична проникність яких з точністю до 0,1% виміряна абсолютним методом (повне заповнення об'ємного резонатора).

При побудові калібрувального графіка використовуються зразки, геометрія яких збігається з геометрією досліджуваних зразків і, більш того, розташованих так само, як і еталонний зразок, що використовується для калібрування пристрою, а саме - поблизу торця циліндричного щілинного резонатора.

У результаті удається вимірити діелектричну проникність зразка з точністю не гірше 1%, що, з огляду на малі розміри зразка (порядку $0,1\lambda$), досить для практики.

