



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 62343

(13) A

(51) 7 G01N22/04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ
ВЛАСНИКА
ПАТЕНТУ(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГОСТІ ДІЕЛЕКТРИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ І ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО
ЗДІЙСНЕННЯ

1

2

(21) 2003032056

(22) 07 03 2003

(24) 15 12 2003

(46) 15 12 2003, Бюл. № 12, 2003 р.

(72) Гордієнко Юрій Омелянович, Кочержин Олександр Ілліч

(73) ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

(57) 1 Спосіб визначення вологості діелектричних матеріалів, що полягає у формуванні НВЧ електромагнітного випромінювання змінної частоти, що збуджує в об'ємному резонаторі електромагнітне поле, збудуванні цього поля зразком матеріалу, детектуванні НВЧ сигналу на виході резонатора, подачі продетектованого сигналу через АЦП на ЕОМ, формуванні в ЕОМ вимірювального сигналу, який використовується для визначення вологості по каліброваних кривих, що враховують тип матеріалу, і котрі зберігаються у пам'яті ЕОМ, який **відрізняється** тим, що частота НВЧ випромінювання модулюється по гармонійному закону низькою частотою, причому фіксовані середня частота f_v і девіація частоти δf НВЧ випромінювання задовольняють умовам

$$f_0 - 2 \frac{f_0}{Q_0} < f_v < f_0 - \frac{f_0}{2\sqrt{3}Q_0},$$

$$\delta f < 0,05 \frac{f_0}{Q_0},$$

де f_0 і Q_0 - резонансна частота і добротність незбудованого резонатора, роблять зміну рівня збудування резонатора зразком матеріалу, із продетектованого НВЧ сигналу виділяють і підсилюють

сигнал з частотою модуляції, в ЕОМ фіксують два максимальних значення U_1 і U_2 амплітуди цього сигналу, що відповідають випадкам збігу крапок перегину на лівому і правому схилах резонансної кривої, що змінюється, з фіксованою частотою f_v вимірювальний сигнал Y формують у вигляді співвідношення

$$Y = \sqrt{3} \frac{1 - n + 1 \sqrt{\frac{U_2}{U_1}}}{1 + n + 1 \sqrt{\frac{U_2}{U_1}}},$$

де $n=1$ при лінійному і $n=2$ при квадратичному детектуванні НВЧ сигналу, визначають температуру матеріалу зразка, а калібровані криві враховують температуру матеріалу зразка

2 Пристрій для визначення вологості діелектричних матеріалів, що містить послідовно з'єднані генератор НВЧ, об'ємний резонатор і НВЧ детектор, перший АЦП, вихід якого з'єднаний з ЕОМ, який **відрізняється** тим, що в нього введені низькочастотний генератор напруги, вихід якого з'єднаний з НВЧ генератором, послідовно з'єднані низькочастотний підсилювач сигналу з НВЧ детектора і пристрій визначення амплітуди цього сигналу, вихід якого з'єднаний з першим АЦП, пристрій перебудови рівня збудування поля резонатора зразком, механічно зв'язаний з резонатором або зразком, і з'єднаний двонапрямлено з ЕОМ, перетворювач температури в напругу, з'єднаний через другий АЦП з ЕОМ, пристрій вводу даних і індикаторний пристрій, з'єднаний з ЕОМ

Винахід відноситься до техніки вимірів на НВЧ і може бути використане для вимірів вологості різних діелектричних матеріалів

Відомий спосіб виміру вологості діелектричного матеріалу (див. А.С. СРСР №1691723 по МПК G01N22/04, Бюл. №42, 1991). Відповідно до цього способу резонатор збуджують НВЧ сигналом частотою, відмінною від резонансної частоти, роблять збудування полю резонатора шляхом занурення в

резонатор квіти з досліджуванним матеріалом. Здійснюють перебудову ступеня збудування до досягнення резонансу. Реєструють значення напруги на виході резонатора, що відповідає резонансу. По каліброваній залежності, що зв'язує резонансне значення напруги на виході резонатора зі значенням вологості для заданих різностей частот генератора і порожнього резонатора, визначають вологість

(13) A

(11) 62343

(19) UA

Однак описаний спосіб не може забезпечити достатню точність Резонансне значення напруги на виході резонатора залежить від потужності і частоти генератора, добротності порожнього резонатора, що згодом можуть змінюватися Не враховується температура матеріалу зразка

Відомий надвисокочастотний резонансний вологомір (див АС СРСР №654886 по МПК G01N23/24, Бюл №12, 1979), що містить генератор, керований атенуатор, резонаторний датчик, зворотно-поступальний механізм, детектор, підсилювач, піковий детектор, детектор середніх значень, два диференціальних підсилювачі, джерело стабілізованої напруги, дільник напруги й індикатор Сигнал від НВЧ генератора через керований атенуатор збуджує резонаторний датчик Частота НВЧ генератора устанавлюється таким чином, що вона знаходиться між резонансною частотою датчика з щільно притиснутим контрольованим матеріалом і резонансною частотою при максимальним віддаленні цього матеріалу При переміщенні резонаторного датчика за допомогою зворотно-поступального механізму двічі в межах періоду механічного хитання настає резонанс Обвідна сигнал на виході НВЧ детектора, має вид здовжних вузьких імпульсів, що виникають у моменти резонансу Сигнал з НВЧ детектора підсилюється і подається на детектор середніх значень і піковий детектор Вихідна напруга пікового детектора послабляється дільником напруги і порівнюється за допомогою диференціального підсилювача з вихідною напругою детектора середніх значень Дільник призначений для установки "нуля" вологоміра при нормальній вологості матеріалу Відхилення вологості матеріалу від норми викликає появу різниці напруги на виході диференціального підсилювача, що реєструється індикатором Другий диференціальний підсилювач і джерело опорної напруги разом з керованим атенуатором призначені для компенсації змін потужності НВЧ генератора, параметрів НВЧ детектора, підсилювача

Однак описаний вологомір не може забезпечити достатню точність Показання вологоміра залежать від добротності порожнього резонатора, параметрів джерела опорної напруги, диференціального підсилювача, пікового детектора, детектора середніх значень, дільника напруги Не враховується температура матеріалу зразка

Найбільш близькими по сукупності ознак є спосіб і пристрій для виміру вологості матеріалу за допомогою мікрохвиль (див економ, патент Німеччини №4004119 по МПК G0122/04, ИСМ №22, 1992) Пристрій містить послідовно з'єднані генератор НВЧ, об'ємний резонатор, НВЧ детектор, АЦП, ЕОМ НВЧ генератором формується електромагнітне випромінювання перемінної частоти, що через резонатор подається до зразка матеріалу Вихідний з резонатора НВЧ сигнал детектується і через АЦП направляється на ЕОМ В ЕОМ формується вимірювальний сигнал, що використовується для визначення вологості по каліброваних кривих, що враховують тип матеріалу, і зберігаються у пам'яті ЕОМ

Однак цей спосіб не може забезпечити достатню точність Вимірювальний сигнал, використаний для визначення вологості, містить параметри

порожнього резонатора, що згодом можуть змінюватися, що приведе до порушення каліброваної залежності і, отже, неточності відліку вологості Не враховується температура матеріалу зразка

В основу винаходу поставлена задача створення таких способу і пристрою виміру вологості діелектричних матеріалів, що забезпечили б підвищену точність виміру завдяки формуванню такого вимірювального сигналу, що не залежить від параметрів порожнього резонатора, обліку температури матеріалу зразка

Такий технічний результат може бути досягнутий, якщо в способі виміру вологості діелектричних матеріалів, що полягає у формуванні НВЧ електромагнітного випромінювання перемінної частоти, що збуджує в об'ємному резонаторі електромагнітне поле, збудженні цього поля зразком матеріалу, детектуванні НВЧ сигналу на виході резонатора, подачу продетектованого сигналу через АЦП на ЕОМ, формуванні в ЕОМ вимірювального сигналу, який використовується для визначення вологості по каліброваних кривих, що враховують тип матеріалу і зберігаються у пам'яті ЕОМ, відповідно до винаходу, частота НВЧ випромінювання модулюється по гармонійному закону низькою частотою f , причому середня частота f_0 і деціяція частоти δf НВЧ випромінювання задовольняють умовам

$$f_0 - 2 \frac{f_0}{Q_0} < f_v < f_0 - \frac{f_0}{2\sqrt{3}Q_0} \quad (1)$$

$$\delta f < 0.05 \frac{f_0}{Q_0} \quad (2)$$

де f_0 і Q_0 - резонансна частота і добротність незбудованого резонатора, роблять зміну рівня збудження поля резонатора зразком матеріалу, із продетектованого НВЧ сигналу виділяють і підсилюють сигнал з частотою модуляції, в ЕОМ фіксують два максимальних значення U_1 і U_2 амплітуди цього сигналу, що відповідають випадкам збігу крапок перегину на лівому і правому схилах резонансної кривої, що змінюється, з фіксованою частотою f_v , вимірювальний сигнал Y формується у виді співвідношення

$$Y = \sqrt{3} \frac{1 - n+1 \sqrt{\frac{U_2}{U_1}}}{1 + n+1 \sqrt{\frac{U_2}{U_1}}} \quad (3)$$

де $n=1$ при лінійному і $n=2$ при квадратичному детектуванні НВЧ сигналу, визначають температуру матеріалу зразка, а калібровані криві враховують температуру матеріалу зразка

Крім того, у пристрій для визначення вологості діелектричних матеріалів, що містить у собі послідовно поєднані генератор НВЧ, об'ємний резонатор і НВЧ детектор, перший АЦП, вихід якого з'єднаний з ЕОМ, відповідно до винаходу, введені низькочастотний генератор напруги, вихід якого з'єднаний з НВЧ генератором, послідовно з'єднані низькочастотний підсилювач сигналу з НВЧ детектора і пристрій визначення амплітуди цього сигналу, вихід якого з'єднаний з першим АЦП, пристрій перебудови рівня збудження поля резонатора зраз-

ком, механічно зв'язаний з резонатором або зразком, і з'єднаний двонапрямлено з ЕОМ, перетворювач температури в напругу, з'єднаний через другий АЦП з ЕОМ, пристрій уведення даних і індикаторний пристрій, з'єднані з ЕОМ

Схема пристрою для виміру вологості діелектричних матеріалів, за допомогою якого може бути реалізований заявлений спосіб, приведена на малюнку. Пристрій містить генератор 1 НВЧ сигналу, об'ємний резонатор 2, НВЧ детектор 3, селективний підсилювач 4, пристрій 5 визначення амплітуди гармонійного сигналу, перший АЦП 6, ЕОМ 7, низькочастотний генератор 8 напруги, що модулює частоту генератора 1, цифровий індикаторний пристрій 9, пристрій 10 перебудови рівня збудування поля резонатора зразком досліджуваного матеріалу, перетворювач 11 температури в напругу, другий АЦП 12, пристрій 13 уведення даних

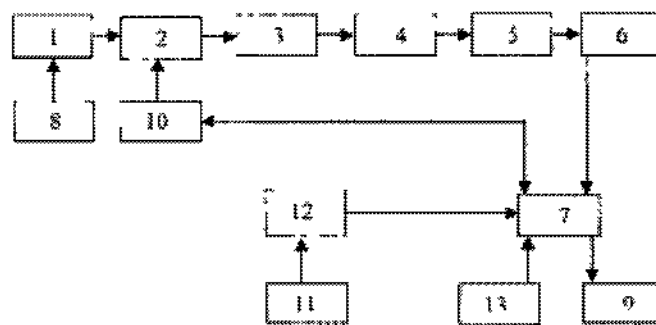
Пристрій працює таким чином (фіг.)

Частота НВЧ сигналу генератора 1, що має електронну перебудову частоти, змінюється по гармонійному закону за допомогою низькочастотного генератора 8 напруги. Частотно-модульований НВЧ сигнал збуджує електромагнітне поле в об'ємному резонаторі 2, що має резонансну частоту f_0 і добротність Q_0 . Фіксована середня частота f_v частотно-модульованого НВЧ сигналу задовольняє умові (1), а девіація частоти δf умові (2). На виході резонатора маємо амплітудно-модульований НВЧ сигнал. НВЧ детектор 3, установлений на виході резонатора 2, виділяє обвідну цього сигналу, що надходить на вхід селективного підсилювача 4, набудованого на частоту генератора 8. На виході пристрою 5 маємо напругу, яка рівна амплітуді вихідного сигналу підсилювача 4. Ця напруга через АЦП надходить на ЕОМ. Збуджують поле резонатора зразком досліджуваного матеріалу. Роблять перебудову рівня цього

збудування за допомогою пристрою 10, наприклад, шляхом переміщення зразка в порожнині об'ємного резонатора. Резонансна крива "розширюється" і "переміщується" щодо незмінної середньої частоти НВЧ генератора, що приводить до зміни рівня сигналу на виході підсилювача 4 і зміни напруги на виході пристрою 5. Напруга має два локальних максимуми U_1 й U_2 у діапазоні перебудови збудування полю резонатора. Максимуми спостерігаються при збігу крапок перегину резонансної кривої, що переміщується, з фіксованою середньою частотою генератора НВЧ.

В ЕОМ формується вимірювальний сигнал U , що відповідає змінам параметрів резонатора між двома характерними ступенями збудування його поля зразком, у виді співвідношення (3). В ЕОМ надходить також через АЦП 12 сигнал з датчика 11 про температуру досліджуваного матеріалу й інформація про тип досліджуваного матеріалу з пристрою 13 введення даних. В ЕОМ попередньо введені калібровані залежності вологості від вимірювального сигналу U і температури для визначених типів матеріалу. При контролі матеріалів з невідомою вологістю і температурою в ЕОМ, у відповідність з каліброваною залежністю для визначеного матеріалу, формується сигнал про кількість вологи в матеріалі, що надходить в індикаторний пристрій 9.

Таким чином, у вимірнику формується сигнал про вологість, незалежний від факторів геометричного характеру, що заважають, коефіцієнта перетворення НВЧ детектора, температури матеріалу зразка, тимчасовий (більш 30 секунд) нестабільності потужності, частоти НВЧ генератора і параметрів порожнього резонатора. Під геометричним фактором тут маються на увазі розміри і форма зразка, положення її в полі резонатора, щільність матеріалу зразка.



Фіг.