



УКРАЇНА

(19) UA (11) 65756 (13) U
(51) МПК
G01N 22/04 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СМУГОВИЙ ВИМІРЮВАЧ ВОЛОГОСТІ

1

2

(21) u201107416

(22) 14.06.2011

(24) 12.12.2011

(46) 12.12.2011, Бюл.№ 23, 2011 р.

(72) КУХАРЧУК ВАСИЛЬ ВАСИЛЬОВИЧ, БОГАЧУК ВОЛОДИМИР ВАСИЛЬОВИЧ, ДМІТРІЄВ ЮРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ, ГРАНЯК ВАЛЕРІЙ ФЕДОРОВИЧ

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Смуговий вимірювач вологості, що має генератор, фільтр верхніх частот та модулятор, які являють собою вимірювальний канал, який **відрізняється** тим, що як генератор використаний високочастотний генератор, послідовно з яким з'єднаний первинний вимірювальний перетворювач

вологості, що являє собою несиметричний смуговий хвилевід, вихід якого через перший формувач та перший фільтр верхніх частот з'єднаний з першим входом високочастотного вимірювального каналу різниці фаз, що складається з формувача фазових імпульсів, блока квантування, елемента динамічного додавання та двійкового лічильника, вихід якого є виходом високочастотного вимірювального каналу різниці фаз, другий вхід якого через другий формувач та другий фільтр верхніх частот з'єднаний з виходом високочастотного генератора, вихід високочастотного вимірювального каналу різниці фаз з'єднаний з входом числового перетворювача, вихід якого є виходом смугового вимірювача вологості.

Корисна модель належить до галузі аналізу властивостей речовин за допомогою електромагнітних хвиль ВЧ діапазону та може бути використаний у якості лінійного вимірювального перетворювача вологості в електричний сигнал для систем автоматизації обладнання.

Відомий мікрохвильовий вимірювач вологості [див. Кричевський Е. С, Волченко А. Г., Галушкин С.С. Контроль влажности твердых и сыпучих материалов - М.: Энергоиздат, 1986. - с. 22-23], який містить мікрохвильовий генератор, до входу якого підключений послідовно з'єднані атенуатор, вентиль, хвилеводний Т-міст, в одному плечі якого включена приймально-передаюча антена, в другому плечі - навантаження, що регулюється, а до протилежного плеча підключена детекторна секція з індикатором.

За прототип обрано мікрохвильовий вимірювач вологості [патент України № 38067, м. кл. G01N 22/04, опубл. 15.05.2001, бюл. № 4], який має мікрохвильовий генератор, послідовно з'єднані перший вентиль, перший тривходовий циркулятор, автоматичний переривач, другий вентиль, другий тривходовий циркулятор та приймально-передавальну антену, до вільного плеча першого

трихвходового циркулятора підключені з'єднані послідовно атенуатор, хвилеводний трійник і детекторна секція, другий вхід хвилеводного трійника з'єднаний з вільним плечем другого тривходового циркулятора, а також диференційний підсилювач і стабілізоване джерело постійної напруги, з'єднане з одним із входів диференційного підсилювача, і фазочутливий випрямляч, в який введені радіочастотний генератор, подільник частоти та амплітудний модулятор, який включений між виходом мікрохвильового генератора та входом першого вентиля, а другий вхід амплітудного модулятора з'єднаний з виходом радіочастотного генератора та входом подільника частоти, вихід якого з'єднаний з другим входом автоматичного переривача та другим входом фазочутливого випрямляча, вихід якого з'єднаний з другим входом диференційного підсилювача, а також послідовно з'єднані керований резонансний підсилювач, амплітудний детектор, фільтр верхніх частот і підсилювач змінної напруги, вихід якого з'єднаний з входом фазочутливого випрямляча, інтегратор, включений між виходом диференційного підсилювача та другим входом керованого резонансного підсилювача, перший вхід якого підключений до

(19) UA (11) 65756 (13) U

виходу детекторної секції, а також послідовно з'єднані фільтр нижніх частот і аналого-цифровий перетворювач, при цьому вхід фільтра нижніх частот підключений до виходу амплітудного детектора, а вихід аналого-цифрового перетворювача є виходом мікрохвильового вимірювача вологості.

Недоліком даного пристрою є наявність методичної похибки, що обумовлена перекриттям зовнішнього навколишнього середовища інформативною електромагнітною хвилею, яка унеможлиблює забезпечення повної інваріантності результатів вимірювання по відношенню до неінформативних параметрів навколишнього середовища. Окрім цього у даному пристрої застосовано первинний вимірювальний перетворювач, в якому у якості інформативної використовується відбита електромагнітна хвиля, що дає змогу отримати інформацію про вологість лише поверхневого шару, а отже вносить у результати вимірювань додаткову методичну похибку, що пов'язана з нерівномірністю розподілу вологи по об'єму зразка.

В основу корисної моделі покладено задачу створення полоскового вимірювача вологості, придатного для визначення вологості гетерогенних дисперсних діелектриків, в якому за рахунок введення нових елементів та зв'язків досягається інваріантність результатів вимірювання до неінформативних параметрів навколишнього середовища та можливості визначення інтегрального значення вологості зразка, що дає змогу вилучити з результатів вимірювання методичну похибку, обумовлену неоднорідним розподілом вологості у досліджуваному зразку.

Поставлена задача досягається тим, що полосковий вимірювач вологості має генератор, первинний вимірювальний перетворювач, два формувачі імпульсів, два фільтри верхніх частот, високочастотний вимірювальний канал різниці фаз та числовий перетворювач, в якому у якості генератора використовується високочастотний генератор, послідовно з яким з'єднаний первинний вимірювальний перетворювач вологості, що являє собою несиметричний полосковий хвилевід, вихід якого через перший формувач та перший фільтр верхніх частот з'єднаний з першим входом високочастотного вимірювального каналу різниці фаз, що складається з формувача фазових імпульсів, блока квантування, елемента динамічного додавання та двійкового лічильника, вихід якого є виходом високочастотного вимірювального каналу різниці фаз, другий вхід якого через другий формувач та другий фільтр верхніх частот з'єднаний з виходом високочастотного генератора, а вихід високочастотного вимірювального каналу різниці фаз з'єднаний з входом числового перетворювача, вихід якого є виходом полоскового вимірювача вологості.

На кресленні представлено структурну схему пристрою.

Пристрій містить: 1 - генератор електромагнітних хвиль частотою 300 МГц, вихід якого з'єднаний з входом первинного вимірювального перетворювача 2 та другим формувачем 4; 2 - первинний вимірювальний перетворювач вологості, вихід якого з'єднаний з входом першого формувача 3; 3,

4 - відповідно перший та другий формувачі, виходи яких з'єднані з входами першого 5 та другого 6 імпульсних фільтрів відповідно; 5, 6 - перший та другий імпульсні фільтри, виходи яких з'єднані з першим та другим входом формувача фазових інтервалів 7; 7 - формувач фазових інтервалів, виходи якого під'єднані до входів блока квантування 8; 8 - блок квантування, виходи якого з'єднані з входами елемента динамічного додавання 9; 9 - елемент динамічного додавання, вихід якого під'єднаний до входу двійкового лічильника 10; 10 - двійковий лічильник, виходи якого з'єднані з входами числового перетворювача 11; 11 - числовий перетворювач.

Пристрій працює так. З генератора 1 на вхід первинного вимірювального перетворювача 2 та другого формувача 4 подається сигнал частотою 300 МГц. Проходячи через вимірювальний перетворювач 2, інформативний параметр $U_1(t)$ залежно від вологості зсувається за фазою відносно опорного сигналу $U_0(t)$ на різницю фаз $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_0 = a_1 + a_2 \cdot W + a_3 \cdot W^2$, де:

W - вологість зразка;

φ_1 - фаза опорної хвилі;

φ_0 - фаза опорної хвилі;

a_1, a_2, a_3 - постійні коефіцієнти.

З виходу 2 сигнал подається на вхід першого формувача 3. На виході 3 та 4 формуються прямокутні імпульси, фронт і зріз яких прив'язані до нуля-переходів вхідних сигналів.

З виходів формувачів 3 та 4 сигнали надходять на перший 5 та другий 6 імпульсні фільтри, за допомогою яких здійснюється вилучення похибки, викликані переходом через нуль рівня напруги сигналу на вході формувача в момент часу, що відповідає нуль-переходам вхідного сигналу. Причиною появи цієї складової похибки є наявність широкополосного шуму в вхідному сигналі та генерація додаткового широкополосного шуму у вхідних каскадах формувачів.

З виходу імпульсних фільтрів 5 та 6 відфільтровані сигнали подаються на входи формувача фазових інтервалів 7, призначеного для формування чотирьох фазових інтервалів, що являють собою імпульси додатної полярності, скважність яких пропорційна вимірюваному фазному зсуву, а частота рівна половині частоти вхідного сигналу.

Окрім цього в 7 формуються два інтервала корекції, що являють собою імпульси додатної полярності, тривалість яких пропорційна часу затримки сигналів в 5 та 6, а частота рівна подвоєній частоті сигналу.

З виходів 7 чотири фазових інтервала та два інтервала корекції подаються на вхід блоку квантування 8, де заповнюються квантуючими імпульсами, тобто формується шість імпульсних послідовностей і корегуючих інтервалів.

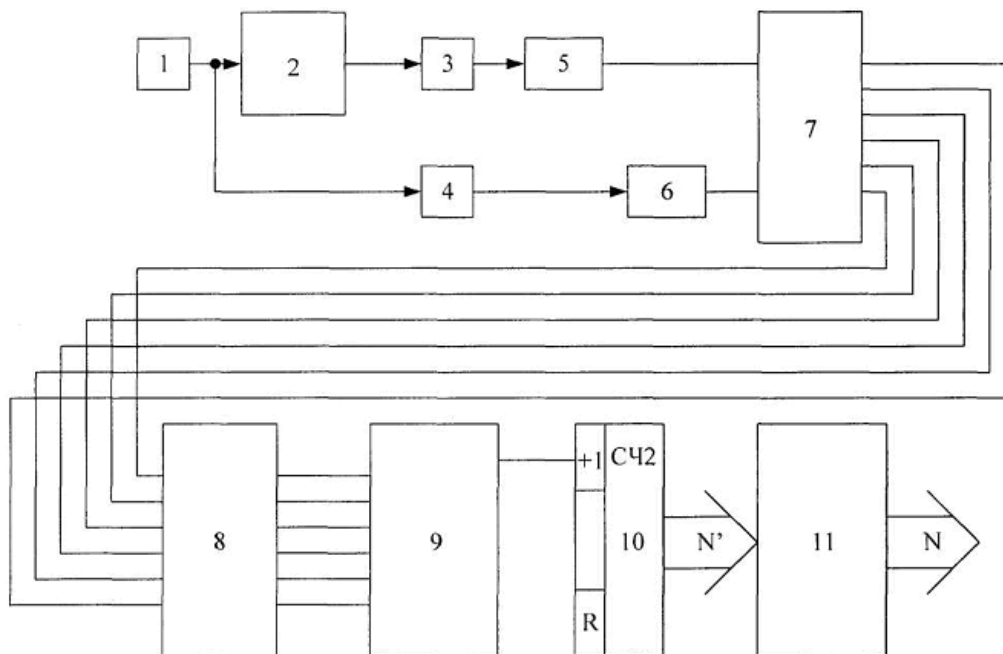
Загальна кількість імпульсів усіх послідовностей, що надходять на входи елемента динамічного додавання 9 за цикл вимірювання, є пропорційним фазовому зсуву між інформативним та опорним сигналом, тобто описується наступним рівнянням перетворення: $N = S_\varphi \cdot \Delta\varphi$.

У елементі динамічного додавання 9 здійснюється об'єднання шести імпульсних послідовнос-

тей фазових і корегуючих інтервалів в одну імпульсну послідовність з збереженням загальної кількості імпульсів.

З виходу елемента динамічного додавання 9 сигнал подається на двійковий лічильник 10, де здійснюється їх послідовний підрахунок за один

цикл вимірювання. Після цього отриманий двійковий код з виходу лічильника 10 надходить на вхід числового перетворювача 11, де за рівнянням перетворення: $N = S_{\Phi} \cdot (a_1 + a_2 \cdot W + a_3 \cdot W^2)$ отримуємо виміряне значення вологості.



Фиг.