



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 48692

(13) A

(51) 6 G01R29/08

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИЛАД ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОМПЛЕКСНОГО КОЕФІЦІЄНТА ВІДБИТТЯ У ХВИЛЕВОДІ

1

2

(21) 2001117716

(22) 12 11 2001

(24) 15 08 2002

(46) 15 08 2002, Бюл. № 8, 2002 р.

(72) Пономаренко Володимир Іванович, Попов
Вячеслав Валерійович(73) ТАВРІЙСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В. І. ВЕРНАДСЬКОГО, Понома-
ренко Володимир Іванович, Попов Вячеслав Ва-
лерійович

(57) Прилад для визначення комплексного коефіцієнта відбиття у хвилеводі, що містить прямокутний хвилевід, з'єднаний з генератором частоти, що перестроюється, і пристроєм для зняття сигналу, пропорційного напруженості поля, який відрізняється тим, що має об'єкт із відомою матрицею розсіювання, пристрій порівняння сигналів, пристрій для зняття сигналу, що являє собою спрямований відгалужувач, зв'язаний із хвилеводом і пристроєм порівняння сигналів, з'єднаним з генератором частоти, що перестроюється

Винахід відноситься до області вимірювальної техніки, пристроєм для визначення в одноמודовому прямокутному хвилеводі комплексного коефіцієнта відбиття (KB) $R = |R| e^{i\varphi}$, де $|R|$ – модуль KB, φ – фаза, $i = \sqrt{-1}$ – мніма одиниця

Відомі пристрої для визначення KB

Відомі поляризаційні вимірники KB (А. Н. Зайцев, П. А. Иващенко, А. В. Мыльников. Виміри на надвисоких частотах і їхнє метрологічне забезпечення. М. Видавництво стандартів, 1989) являють собою засоби виміру KB, що працюють по методу порушення хвиль із круговою поляризацією в круглому хвилеводі. Прилади складаються з хвилеводу прямокутного перетину і круглого хвилеводу, встановленого перпендикулярно до широкій стінці прямокутного. Зв'язок між ними здійснюється через три щілини в широкій стінці прямокутного хвилеводу. Щілини розташовуються так, що хвиля, що біжить від генератора частоти, по прямокутному хвилеводу збуджує в круглому хвилеводі хвилю з круговою поляризацією. Відбита від випробовуваного навантаження хвиля також збуджує в круглому хвилеводі хвилю H_{11} кругової поляризації, але протилежного обертання.

У результаті додавання хвиль обох поляризацій у круглому хвилеводі встановлюється еліптично поляризована хвиля, еліптичність якої і несе інформацію про комплексний KB. Модуль KB зв'язаний з відношенням великої осі еліпса до малої, а фаза дорівнює подвоєному куту повороту малої осі еліпса щодо початкового. Отже, для визначення KB необхідно виміряти відношення E_{\max}/E_{\min}

розподілу поля по куту повороту навколо осі хвилеводу. З цією метою в круглому хвилеводі розміщена обертова детекторна секція.

Недоліком приладу є погрішність визначення KB зв'язаного з неквадратичністю характеристики діода. Погрішність виміру фази зв'язана з роздільною здатністю пристрою по куту повороту.

Вимірювальна лінія, обрана як прототип (О. С. Милованов, Н. П. Собенин. Техніка надвисоких частот. М. Атомиздат, 1980), призначена для виміру KB методом дослідження розподілу поля уздовж лінії і являє собою відрізок прямокутного хвилеводу з подовжною щілиною в широкій стінці для переміщення зонда. Звичайно застосовується зонд штиревого типу, що збуджується електричною складовою поля в лінії, куди він пропускається одним своїм кінцем. Другий кінець зонда з'єднаний з центральним провідником коаксialного резонатора, для настроювання якого передбачений рухливий короткозамикатель. Методика виміру модуля KB ґрунтується на визначенні максимальної і мінімальної амплітуди електричного поля в лінії. Інформація про значення амплітуди електричного поля в місці положення зонда виходить шляхом перетворення СВЧ сигналу в постійний струм, обумовлений співвідношенням $i = b E^a$, де i – відлік по шкалі індикатора, b – коефіцієнт пропорційності, a – коефіцієнт, що залежить від властивостей діода в детекторній секції. У детекторних секціях вимірювальних ліній застосовують діоди з квадратичною залежністю струму від напруги ($a=2$), тоді модуль KB знаходиться по формулі

(13) A

(11) 48692

(19) UA

$$|R| = \left(\sqrt{I_{\max}/I_{\min}} - 1 \right) / \left(\sqrt{I_{\max}/I_{\min}} + 1 \right) \quad \text{Фаза}$$

ДО визначають по положенню мінімуму хвилі, для чого в конструкції лінії передбачений відпиковий пристрій у виді лінійки з ноніусом

Недоліком приладу є погрішність визначення КВ зв'язаного з неквадратичністю характеристики діода, з помітним перекошуванням поля в лінії у випадку глибокого занурення зонда, із труднощами фіксування слабкого сигналу у випадку малого занурення зонда. Негативний вплив щільності на точність вимірів виявляється в тім, що вона змінює характеристичний опір, швидкість поширення і довжину хвилі в лінії, наприкінці і початку щільності виникають відбиття внаслідок збурення поля в цих місцях

В основу винаходу поставлена задача удосконалити прилад для визначення комплексного коефіцієнта відбиття в хвилеводі за рахунок одержання однозначної залежності функцій $k_1(f)$ – $k_4(f)$ від частотних залежностей модуля і фази КВ вимірюваного об'єкта, що забезпечує підвищення точності вимірів

Поставлена задача вирішується тим, що в приладі для визначення комплексного коефіцієнта відбиття в хвилеводі, що включає прямокутний хвилевід, з'єднаний з генератором частоти, що перебудовується, і пристроєм для зняття сигналу, пропорційного напруженості поля, відповідно до винаходу, містить об'єкт із відомою матрицею розсіювання, пристрій порівняння сигналів, пристрій для зняття сигналу виконано у виді спрямованого відгалужувача, зв'язаного з хвилеводом і з'єднаного з пристроєм порівняння сигналів, з'єднаного з генератором частоти, що перебудовується, що забезпечує підвищення точності виміру

Прилад, що заявляється, містить

Принципова схема приладу зображена на (фіг.)

Прилад містить генератор частоти, що перебудовується, (1), хвилевід (2), пристрій для зняття сигналу, виконаний у виді спрямованих відгалужувачей (3), (4), об'єкт із відомою матрицею розсіювання (5), пристрій порівняння сигналів (6), об'єкт, КВ якого визначається (7)

A_0 – амплітуда хвилі основного типу, збудженої генератором в області А, частота f змінюється в інтервалі $f_{\min} < f < f_{\max}$, де f_{\min} , f_{\max} – обмежені одномодовим режимом хвилеводу і діапазоном хитання генератора частоти

A_1 – амплітуда відбитої хвилі в області А хвилеводу

B_0 – амплітуда прямої хвилі основного типу в області В

B_1 – амплітуда зворотної хвилі основного типу в області В

z_0 – координата нормальної до осі хвилеводу площини, що є границею об'єкта (5) ліворуч

z_1 – координата нормальної до осі хвилеводу площини, що є границею об'єкта (5) праворуч

z_2 – координата нормальної до осі хвилеводу площини, що лежить ліворуч від об'єкта (7), КВ в якій повинний бути обмірюваний

Безпосередньому виміру підлягає одне з чотирьох

1 Частотна залежність відносини $k_1(f) = |B_0|/|A_0|$
2 Частотна залежність відносини $k_2(f) = |B_1|/|A_0|$

3 Частотна залежність відносини $k_3(f) = |B_0|/|A_1|$

4 Частотна залежність відносини $k_4(f) = |B_1|/|A_1|$

Об'єкт (5) з відомою матрицею розсіювання забезпечує однозначну залежність функцій $k_1(f)$, $k_2(f)$, $k_3(f)$, $k_4(f)$ від частотних залежностей модуля і фази КВ вимірюваного об'єкта (Під час відсутності об'єкта (5) функція $k_1(f) = k_4(f) = 1$ і не містить інформації про КВ. При цьому залежності $k_2(f)$, $k_3(f)$ містять інформацію про модуль КВ і не містять інформацію про фазу)

Як об'єкт (5) можуть бути застосовані, наприклад, діафрагми індуктивного чи ємнісного типу

У хвилеводі (1) встановлений об'єкт із відомою матрицею (5) і об'єкт (7), КВ якого визначається, на відстані понад довжину хвилі коливань, розповсюдженої в хвилеводі. Генератор частоти, що перебудовується, (1) з'єднаний із хвилеводом (2) і пристроєм порівняння сигналів (6), що з'єднаний з відгалужувачем (3) і (4), зв'язаними з хвилеводом (2)

Прилад працює таким чином

Хвилевід (2) підключається до генератора частоти, що перебудовується, (1)

Спрямований відгалужувач (3) виділяє падаючу на об'єкт із відомою матрицею розсіювання (5), наприклад, діафрагму (пряму) хвилю A_0 , або відбиту хвилю A_1 в області хвилеводу А. Детектор відгалужувача (3) реєструє сигнал, пропорційний квадрату амплітуди прямої хвилі $|A_0|^2$, або сигнал, пропорційний квадрату амплітуди зворотної хвилі $|A_1|^2$

Спрямований відгалужувач (4) виділяє падаючу на об'єкт (7) хвилю B_0 , або відбиту хвилю B_1 в області хвилеводу В. Детектор відгалужувача (4) реєструє сигнал, пропорційний квадрату амплітуди падаючої хвилі $|B_0|^2$, або сигнал, пропорційний квадрату амплітуди відбитої хвилі $|B_1|^2$

На вхід пристрою порівняння сигналів (6), наприклад, індикатора КСВН типу Я2Р надходить сигнал, пропорційний $|A_0|^2$ (чи $|A_1|^2$) і сигнал, пропорційний B_0^2 (чи $|B_1|^2$), а з виходу пристрою порівняння знімається одна з чотирьох залежностей

$$1. \quad k_1^2(f) = (|B_0|/|A_0|)^2.$$

$$2. \quad k_2^2(f) = (|B_1|/|A_0|)^2.$$

$$3. \quad k_3^2(f) = (|B_0|/|A_1|)^2.$$

$$4. \quad k_4^2(f) = (|B_1|/|A_1|)^2.$$

По кожній з цих залежностей відновлюється комплексний КВ у діапазоні частот $f_{\min} < f < f_{\max}$

Прилад забезпечує підвищення точності визначення КВ, тому що в порівнянні з вимірювальною лінією і поляризаційним вимірником КВ пропонується прилад виключає які-небудь механічні переміщення вузлів експериментальної установки, що виключає відповідні погрішності вимірів

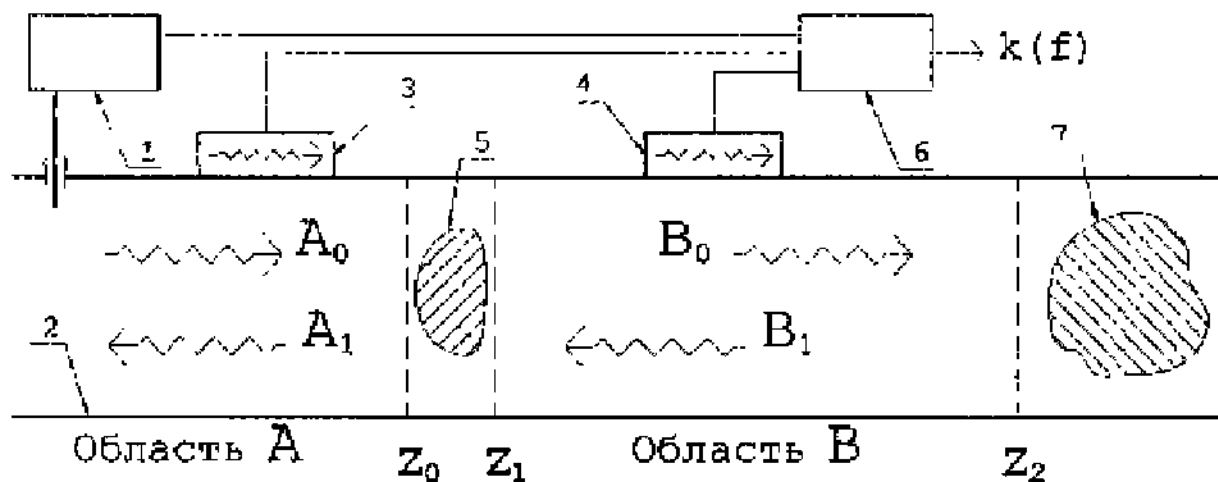
Вплив на точність відновлення КВ неквадратичності характеристик діодів, застосовуваних для детектування сигналів у спрямованих відгалу-

жувачів (3), (4) практично несуттєво, на відміну від вимірювальної лінії і поляризаційного вимірника КВ.

У пропонованому приладі нестабільність потужності генератора частоти не впливає на точність вимірів, на відміну від вимірювальної лінії і поляризаційного вимірника КВ.

У пропонованому приладі знімаються сигнали

окремо прямих хвиль чи зворотних хвиль, але не їхньої суперпозиції, що дозволяє використовувати для їхнього знімання спрямовано відгалужувачі, вплив яких на структуру поля в хвилеводі мало в порівнянні з впливом штиревого зонда, використовуваного у вимірювальній лінії й у поляризаційному вимірнику КВ.



Фіг.

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)

вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна

(044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»

вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна

(044) 216 – 32 – 71