



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2010147288/28**, **19.11.2010**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
19.11.2010

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **19.11.2010**(45) Опубликовано: **10.04.2012** Бюл. № 10(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **SU 140104 A**, **03.10.1961**. **RU 2117361 C1**, **10.08.1998**. **RU 2008148795 A**, **20.06.2010**. **RU 2008147122 A**, **10.06.2010**. **RU 97102455 A**, **10.03.1999**. **RU 2321921 C1**, **10.04.2008**. **GB 1220814 A**, **27.01.1971**. **GB 782450 A**, **04.09.1957**.

Документ находится в Патентном отделе

ОКБ АСТРОН140081, Московская область, г.Лыткарино,
ул.Парковая, д.1**(54) ТОНКОПЛЕНОЧНЫЙ ТЕПЛОВЫЙ ДАТЧИК С ВОЛНОВОДНЫМ ВХОДОМ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ МОЩНОСТИ ИМПУЛЬСНОГО СВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ**

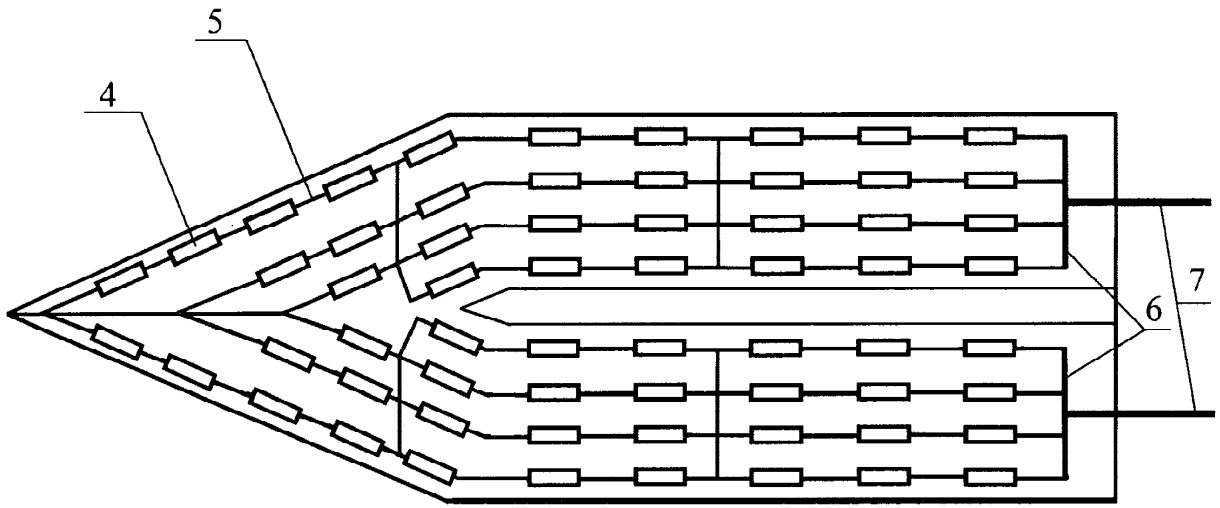
(57) Реферат:

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для измерения величины потока импульсного излучения в СВЧ и миллиметровом диапазонах. Согласно изобретению на диэлектрический клин толщиной d_1 с высокой теплопроводностью χ_1 , помещаемый внутрь волновода, нанесен адсорбирующий тонкий слой диэлектрика. На этой пленке сформировано N термочувствительных тонкопленочных резисторов площадью $S=$

$a \cdot b < \tau \cdot \chi_1$ (где τ - быстродействие датчика - время выхода на стационарное состояние температуры нагрева термоэлемента при воздействии на него импульсом электромагнитной энергии прямоугольной формы). Величина τ может быть уменьшена выбором размеров и числа тонкопленочных резисторов. Конструкция датчика обеспечивает его согласование с волноводным трактом. Изобретение обеспечивает повышение точности измерения потока энергии и параметров формы импульса СВЧ-излучения с длительностью менее 10 наносекунд. 4 ил.

RU 2 4 4 7 4 5 3 C 1

RU 2 4 4 7 4 5 3 C 1



Фиг. 1

RU 2 4 4 7 4 5 3 C 1

RU 2 4 4 7 4 5 3 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2010147288/28, 19.11.2010**

(24) Effective date for property rights:
19.11.2010

Priority:

(22) Date of filing: **19.11.2010**

(45) Date of publication: **10.04.2012 Bull. 10**

(54) **THIN-FILM HEAT SENSOR HAVING WAVEGUIDE INPUT FOR MEASURING POWER OF PULSED MICROWAVE RADIATION**

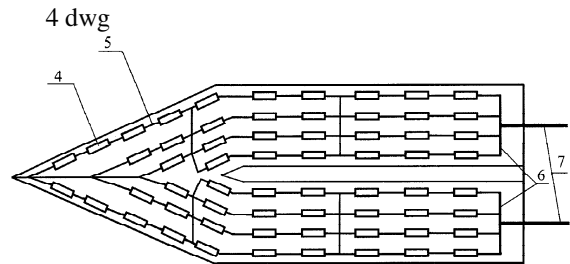
(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: adsorbing thin layer of dielectric is deposited on a dielectric wedge with thickness d_1 , having high thermal conductivity χ_1 , which is placed inside a waveguide. N heat-sensitive thin-film resistors with surface area $S=a*b<\tau*\chi_1$ (where τ is operating speed of the sensor - the time for reaching steady-state temperature of the thermal element under the effect of rectangular pulsed electromagnetic radiation) are formed on said film. The value of τ can be reduced by selecting the size and number of thin-

its matching with the waveguide duct.

EFFECT: high accuracy of measuring energy flux and parameters of the form of a microwave radiation pulse with duration shorter than 10 ns.



Фиг. 1

R U
2 4 4 7 4 5 3
C 1

R U
2 4 4 7 4 5 3
C 1

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для регистрации и измерения быстроменяющихся потоков энергии излучения СВЧ и миллиметрового диапазона.

5 Известны пленочные тепловые датчики (болометры), в которых чувствительный элемент (поглощающая термочувствительная пленка) располагается параллельно узкой стенке с одной стороны небольшого отрезка волновода, причем с другой стороны волновода - короткозамыкающий плунжер, который может перемещаться с помощью микрометрического винта. Это дает возможность согласовать устройство с
10 волноводным трактом (В.В.Слущкая. Тонкие пленки в технике сверхвысоких частот. Госэнергоиздат. 1962 г., с.293).

Наиболее близким решением к предлагаемому устройству является пленочный болومتر, предложенный А.С.Бродским, А.С. №140104, 1961 г. БИ №15, 1961 г., в котором отсутствует согласующий плунжер, а чувствительный элемент представляет собой поглощающую термочувствительную пленку, выполненную в виде V-образного
15 клина, расположенного в плоскости электрического поля основной волны.

Все эти тепловые датчики обладают существенным недостатком, имеют низкое быстродействие τ (до десятков секунд), которое может быть оценено из выражения $\tau = S/\chi$, где S - рабочая площадь чувствительного элемента, а χ - температуропроводность
20 окружающей среды (воздуха), и, следовательно, большую погрешность $\delta = \tau/\tau_0$ при воспроизведении формы импульса длительностью τ_0 . Величина τ_0 определяется статическим импедансом Z задающего блока генератора импульсов излучения. Величина τ - это время, необходимое для прогрева (остывания) датчика при
25 воздействии импульсом излучения прямоугольной формы (выход температуры на стационарное состояние).

Целью предлагаемого технического решения является повышение быстродействия τ датчика и в итоге уменьшения погрешности δ воспроизведения формы импульса
30 потока энергии излучения.

Указанная цель достигается тем, что в известном датчике, в котором сплошная поглощающая пленка, выполняющая также функцию термочувствительного элемента и расположенная в плоскости электрического поля основной волны, выполнена в виде
35 конечного числа N дискретных термочувствительных элементов (тонкопленочных высокоомных резисторов) ширины a , длины b и толщины d с сопротивлением R_{0i} ($i=1, 2, \dots, N$) и температурным коэффициентом сопротивления α_i , последовательно-параллельно соединенных так, чтобы общее сопротивление всех соединительных шин r , импеданс свободного пространства Z_0 и эффективное сопротивление $R = \sum R_i$,
40 $1/R_i = \sum 1/R_{0j}$ удовлетворяло соотношению $R+r=Z_0=120\pi$ Ом, $R>r/\delta$, равномерно распределенных на диэлектрической подложке, имеющей форму клина толщиной d_1 с температуропроводностью χ_1 , покрытого адсорбирующим тонким слоем диэлектрика с толщиной $d_2 < \chi_2 d_1 / (N \cdot \chi_1)$ и температуропроводностью χ_2 , причем это равномерное
45 распределение ограничено с наружной стороны краями клина, а с внутренней стороны ограничено кривой, имеющей V-образную форму, причем для повышения быстродействия датчика и достижения заданной погрешности δ воспроизведения формы импульса длительностью необходимо выполнение соотношения: $a \cdot b / 2 \chi_1 \tau_0 < \delta$, а расстояние между термочувствительными элементами должно быть не менее $d_1/3$.

50 Изобретение поясняется чертежом, на котором представлено расположение термочувствительных элементов на двухслойном диэлектрическом клине и их последовательно-параллельное соединение (фиг.1 - вид сверху; фиг.2 - вид сбоку), а на фиг.3 и фиг.4 показано расположение клина в волноводе (фиг.3 - вид сверху; фиг.4 - вид сбоку).

разрез). На подложку 1 нанесен тонкий диэлектрический слой 2 толщины d_2 , на котором расположен слой 3, состоящий из термочувствительных элементов 4, соединенных между собой тонкопленочными проводящими шинками 5 для подключения к измерительно-индикаторной схеме с помощью контактов 6 и выводов 7. Эта конструкция вставляется в волновод круглого сечения 8, который плавно соединяется с волноводом прямоугольного сечения 9 (фиг.3 и фиг.4). Часть плоскости клина 10, ограниченная краями клина, а с внутренней стороны V-образной кривой, является областью, где расположены термочувствительные элементы.

Устройство работает следующим образом. При воздействии на датчик импульсом прямоугольной формы электромагнитной волны возбуждается э.д.с. в соединительных цепочках датчика, что приводит к возникновению тока и в итоге к нагреву термоэлементов и изменению их эффективного сопротивления на величину $\Delta R = R\alpha\Delta T$, где ΔT - изменение температуры термоэлементов, а α - эффективный температурный коэффициент сопротивления. Наличие переходных процессов, связанных с нагреванием и остыванием термоэлементов, происходящих в течение времени τ , создает погрешность как в воспроизведении формы импульса, так и в измерении мощности. Поэтому нужно уменьшать величину τ : $\tau = a*b/\chi_1$.

Основным фактором, улучшающим быстродействие датчика и, следовательно, точность воспроизведения формы импульса, является наличие подложки с высокой теплопроводностью и термоэлементов, в которых происходит поглощение энергии, с площадью $a*b$, которая составляет долю площади - S/N . Выполнение условия согласования $Z_0 = R + r$, приводит к уменьшению коэффициента стоячей волны (КСВ) и к дополнительной коррекции фронта импульса, что также дает увеличение точности.

Для проверки работы устройства были изготовлены датчики с числом термоэлементов $N=400$ штук на различных подложках (1) толщиной 300 мкм из беспримесного кремния и из окиси бериллия (BeO), покрытых слоем нитрида кремния (2) толщиной 0,3 мкм, на который наносился термочувствительный слой толщиной 0,2 мкм из $Bi_{1-x}Sb_x$, обладающий температурным коэффициентом сопротивления $\alpha=0,006/K$ ($x=14\%$). Материалом для проводящих шин (5) и контактов (6) служили последовательно нанесенные слои из ванадия, меди и золота общей толщиной 0,4 мкм. Выводы (7) из золотой проволоки диаметром 60 мкм присоединялись к контактам термокомпрессией, а придание необходимой формы термоэлементам, шинкам и контактам осуществлялось с помощью методов фотолитографии. Размеры термоэлементов составили величину: $a*b=2*10$ мкм². Температуропроводность кремния, окиси бериллия, нитрида кремния и $Bi_{1-x}Sb_x$ соответственно составляет: 1,5 см²/с, 5 см²/с, 0,025 см²/с и 1,0 см²/с.

Датчики, на которые подавалось через балластное сопротивление $R_B > 10R$ ($R=370$ Ом) напряжение смещения U_0 , облучались импульсами электромагнитной энергии прямоугольной формы с длительностью $\tau_0=3*10^{-6}$ с. Напряжение отклика $\Delta U = U_0\alpha\Delta T$ на электромагнитное воздействие подавалось через разделительную емкость на регистрирующее устройство (осциллограф). Измеренная длительность фронта импульса (быстродействие датчика τ) оказалась равной в случае подложки из кремния $5*10^{-8}$ с, в случае подложки из BeO $\tau=2*10^{-8}$ с.

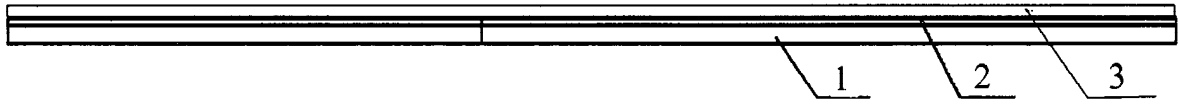
Таким образом, экспериментально подтверждены приведенные в разделе "Сущность изобретения" теоретические оценки для соотношений, связывающие физические и геометрические параметры датчиков.

Были измерены стандартными методами коэффициенты стоячей волны (КСВ) в

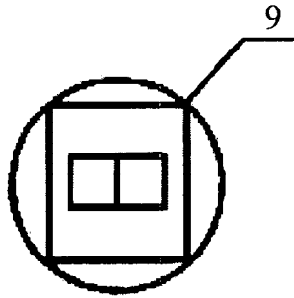
сантиметровом диапазоне (на частоте 10 ГГц). Для датчиков с подложкой из кремния КСВ не превышало значения 1,2, а для датчиков с подложкой из окиси бериллия КСВ составляло 1,07, что показывает возможность воспроизведения формы импульсов и измерения мощности излучения предлагаемыми датчиками с погрешностью не хуже 2%.

Формула изобретения

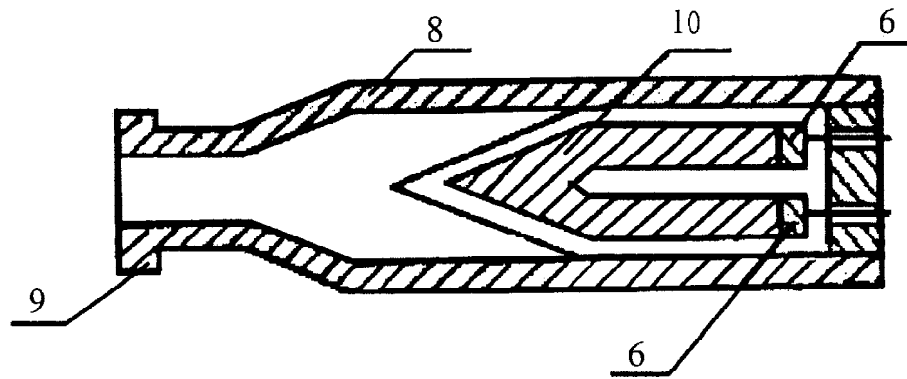
Тонкопленочный тепловой датчик (болومتر) с волноводным входом для измерения мощности импульсного СВЧ излучения, представляющий собой поглощающую термочувствительную пленку, выполненную в виде V-образного клина и расположенную в плоскости электрического поля основной волны в волноводе, отличающийся тем, что для повышения быстродействия датчика и достижения заданной погрешности δ воспроизведения формы импульса длительностью τ_0 указанная поглощающая термочувствительная пленка выполнена в виде конечного числа N дискретных термочувствительных элементов (тонкопленочных высокоомных резисторов) шириной a , длиной b и толщиной d с сопротивлениями R_{0i} ($i=1, 2, \dots, N$) и температурным коэффициентом сопротивления α_1 , последовательно-параллельно соединенных так, чтобы общее сопротивление всех соединительных шин r , импеданс свободного пространства Z_0 и эффективное сопротивление $R=\sum R_i$, $1/R_i=\sum 1/R_{0j}$ удовлетворяло соотношению $R+r=Z_0=120\pi$ Ом, $R>r/\delta$, равномерно распределенных на диэлектрической подложке, имеющей форму клина толщиной d_1 с температуропроводностью χ_1 , покрытого адсорбирующим тонким слоем диэлектрика толщиной $d_2<\chi_2 d_1/(N*\chi_1)$ и температуропроводностью χ_2 , причем это равномерное распределение ограничено с наружной стороны краями клина, а с внутренней стороны ограничено кривой, имеющей V-образную форму, причем необходимо выполнение соотношения: $a*b/2\chi_1\tau_0<\delta$, а расстояние между термочувствительными элементами должно быть не менее $d_1/3$.



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4