



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
G01R 33/1207 (2023.02)

(21)(22) Заявка: 2022133634, 21.12.2022

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
21.12.2022

Дата регистрации:  
04.04.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 21.12.2022

(45) Опубликовано: 04.04.2023 Бюл. № 10

Адрес для переписки:  
660036, г. Красноярск, ул. Академгородок, 50,  
ФИЦ КНЦ СО РАН

(72) Автор(ы):

Бабицкий Александр Николаевич (RU),  
Боев Никита Михайлович (RU),  
Клешнина Софья Андреевна (RU),  
Подшивалов Иван Валерьевич (RU),  
Горчаковский Александр Антонович (RU),  
Соловьев Платон Николаевич (RU),  
Изотов Андрей Викторович (RU),  
Бурмитских Антон Владимирович (RU),  
Крёков Сергей Дмитриевич (RU),  
Негодеева Ирина Александровна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
научное учреждение "Федеральный  
исследовательский центр "Красноярский  
научный центр Сибирского отделения  
Российской академии наук" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2743321 C1, 17.02.2021. RU  
2747912 C1, 17.05.2021. SU 883826 A1, 23.11.1981.  
US 2010171495 A1, 08.07.2010.

(54) Устройство для измерения шумов тонких магнитных пленок в СВЧ-диапазоне

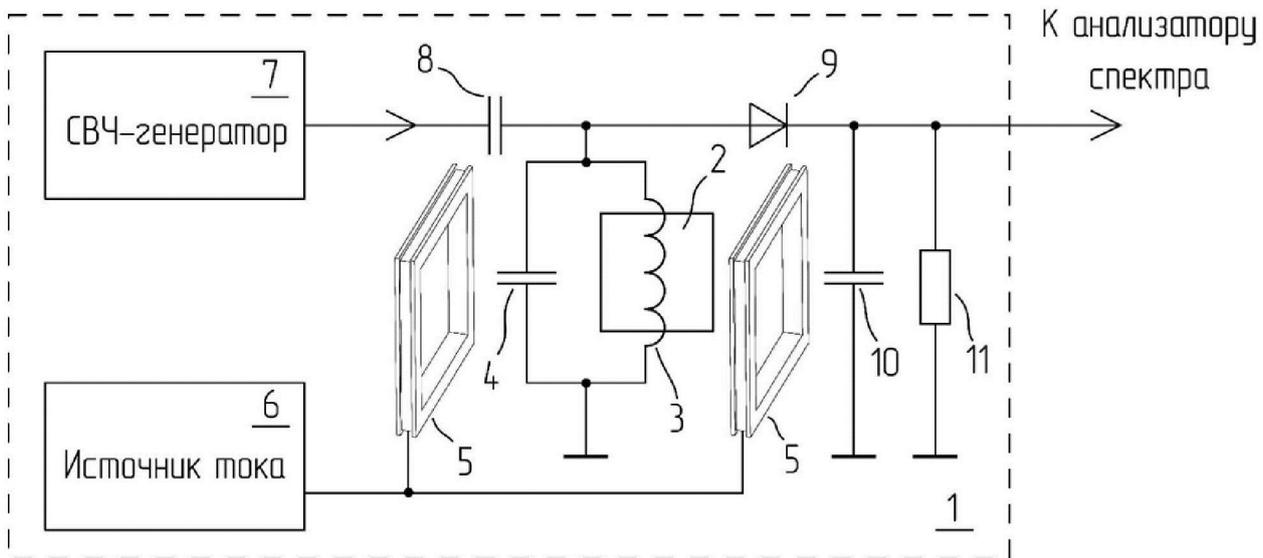
(57) Реферат:

Изобретение относится к измерительной технике и предназначено для неразрушающего контроля качества магнитных пленок и изучения их высокочастотных характеристик путем регистрации спектральной плотности амплитуды шумов образцов. Устройство содержит параллельный колебательный контур, включающий емкость и индуктивность, в качестве которой используется несимметричная полосковая линия. Внутри линии размещают исследуемый образец тонкой магнитной пленки,

а сама линия вместе с образцом размещены внутри магнитной системы, формирующей постоянное магнитное поле. Параллельный колебательный контур соединен через конденсатор с СВЧ-генератором и напрямую с амплитудным детектором, нагруженным на вход низкочастотного анализатора спектра. Техническим результатом является обеспечение возможности измерения магнитных шумов в СВЧ-диапазоне. 4 ил.

RU 2 793 577 C1

RU 2 793 577 C1



Фиг. 1

RU 2793577 C1

RU 2793577 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*G01R 33/1207* (2023.02)

(21)(22) Application: **2022133634**, **21.12.2022**

(24) Effective date for property rights:  
**21.12.2022**

Registration date:  
**04.04.2023**

Priority:

(22) Date of filing: **21.12.2022**

(45) Date of publication: **04.04.2023** Bull. № 10

Mail address:

**660036, g. Krasnoyarsk, ul. Akademgorodok, 50,  
FITS KNTS SO RAN**

(72) Inventor(s):

**Babitskii Aleksandr Nikolaevich (RU),  
Boev Nikita Mikhailovich (RU),  
Kleshnina Sofia Andreevna (RU),  
Podshivalov Ivan Valerevich (RU),  
Gorchakovskii Aleksandr Antonovich (RU),  
Solovev Platon Nikolaevich (RU),  
Izotov Andrei Viktorovich (RU),  
Burmitskikh Anton Vladimirovich (RU),  
Krekov Sergei Dmitrievich (RU),  
Negodeeva Irina Aleksandrovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe  
nauchnoe uchrezhdenie "Federalnyi  
issledovatel'skii tsentr "Krasnoiarskii nauchnyi  
tsentr Sibirskogo otdeleniia Rossiiskoi akademii  
nauk" (RU)**

(54) **DEVICE FOR MEASURING NOISE OF THIN MAGNETIC FILMS IN THE MICROWAVE RANGE**

(57) Abstract:

FIELD: measuring technology.

SUBSTANCE: invention is intended for non-destructive quality control of magnetic films and the study of their high-frequency characteristics by recording the spectral density of noise amplitude of the samples. The device contains a parallel oscillatory circuit, including capacitance and inductance, which is used as an unbalanced strip line. A sample of a thin magnetic film under study is placed inside the line, and

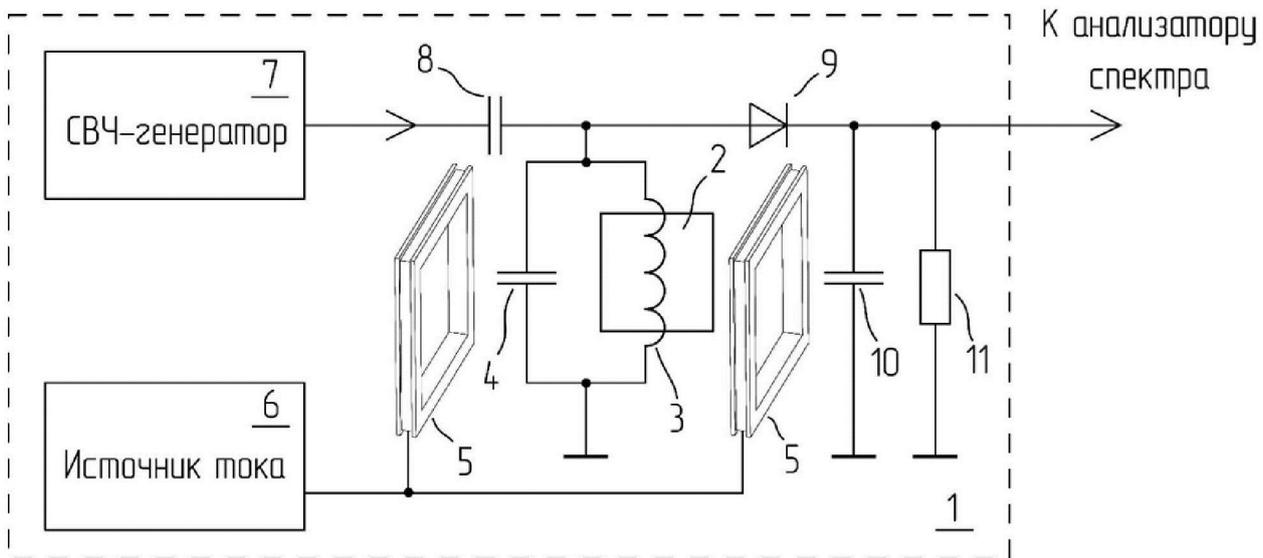
the line itself, together with the sample, is placed inside a magnetic system that forms a constant magnetic field. The parallel oscillatory circuit is connected through a capacitor to a microwave generator and directly to an amplitude detector loaded at the input of a low-frequency spectrum analyser.

EFFECT: enabling the possibility of measuring magnetic noise in the microwave range.

1 cl, 4 dwg

C 1  
7  
5  
7  
7  
6  
7  
2  
7  
9  
3  
5  
7  
7  
C 1  
R U

R U  
2  
7  
9  
3  
5  
7  
7  
C 1



Фиг. 1

RU 2793577 C1

RU 2793577 C1

Изобретение относится к измерительной технике и предназначено для неразрушающего контроля качества магнитных пленок и изучения их высокочастотных характеристик путем регистрации спектральной плотности амплитуды шумов образцов.

Наиболее близким аналогом по совокупности существенных признаков является устройство для измерения магнитных шумов [Патент СССР 883826, МПК G01R33/12, опубл. 23.11.1981, Бюл. №43 (прототип)], содержащее параллельный колебательный контур, состоящий из конденсатора переменной емкости и катушки индуктивности с ферромагнетиком. С целью повышения точности измерений параллельно контуру введена катушка индуктивности без ферромагнетика и эталонная цепь, а последовательно с эталонной цепью и катушкой индуктивности с ферромагнетиком введены два ключа.

Существенным недостатком конструкции-прототипа является невозможность измерения магнитных шумов в СВЧ-диапазоне.

Техническим результатом заявляемого изобретения является обеспечение возможности измерения магнитных шумов в СВЧ-диапазоне.

Заявляемый технический результат достигается за счет того, что в устройстве для измерения шумов тонких магнитных пленок в СВЧ-диапазоне, содержащем параллельный колебательный контур, включающий емкость и индуктивность, *НОВЫМ ЯВЛЯЕТСЯ ТО, ЧТО* в качестве индуктивности параллельного колебательного контура используется несимметричная полосковая линия, внутри которой размещают исследуемый образец тонкой магнитной пленки, линия с образцом размещены внутри магнитной системы, формирующей постоянное магнитное поле, а колебательный контур соединен через конденсатор с СВЧ-генератором и напрямую с амплитудным детектором, нагруженным на вход низкочастотного анализатора спектра.

Сопоставительный анализ с прототипом показывает, что заявляемое устройство отличается конструкцией параллельного колебательного контура: в качестве индуктивности выступает несимметричная полосковая линия. Внутри полосковой линии размещается исследуемый образец тонкой магнитной пленки.

Вторым существенным отличием является наличие СВЧ-генератора, который через емкость связи нагружен на параллельный колебательный контур, что позволяет проводить измерения на частотах СВЧ-диапазона.

Третьим существенным отличием является то, что нагрузкой параллельного колебательного контура является амплитудный детектор, нагруженный на низкочастотный анализатор спектра. Это дает возможность измерения спектральной плотности амплитуды шумов в широком частотном диапазоне.

Таким образом, перечисленные выше отличительные от прототипа признаки позволяют сделать вывод о соответствии заявляемого технического решения критерию «новизна».

Признаки, отличающие заявляемое техническое решение от прототипа, не выявлены в других технических решениях и, следовательно, обеспечивают заявляемому техническому решению соответствие критерию «изобретательский уровень».

Данное изобретение поясняется чертежами. На фиг. 1 изображена функциональная схема устройства, а на фиг. 2–4 показана его конструкция.

Устройство для измерения шумов тонких магнитных пленок в СВЧ-диапазоне содержит (фиг. 1) измерительный блок (1), в котором размещается образец (2) исследуемой тонкой магнитной пленки. Образец (2) помещается внутри несимметричной полосковой линии (3), являющейся индуктивной частью параллельного колебательного контура. Контурной емкостью является подстроечный конденсатор (4). Параллельный

колебательный контур размещен в магнитной системе (5), в качестве которой могут использоваться, например, кольца Гельмгольца, подключенной к управляемому источнику тока (6). Перестраиваемый малошумящий СВЧ-генератор (7) нагружен через конденсатор (8) на параллельный колебательный контур, с которого полезный сигнал снимается с помощью амплитудного детектора, образованного диодом (9), конденсатором (10) и резистором (11). Устройство размещается (фиг. 2) в магнитном экране (12), на крышке (13) которого размещены разъем (14) и ручка (15) отклонения магнитной системы. Детали устройства закреплены (фиг. 3) на пластине (16). СВЧ-генератор расположен под электромагнитным экраном (17) на печатной плате (18). Также на пластине (16) закреплен механизм отклонения (19) магнитной системы, приводимый в движение ручкой (15). На одной печатной плате (18) вместе с СВЧ-генератором размещен (фиг. 4) параллельный колебательный контур, образованный несимметричной полосковой линией (3) и конденсатором (4). Элементы амплитудного детектора расположены также на печатной плате (18). Через разъем (14) внешний источник питания соединен (фиг. 3) с элементами на плате (18), магнитная система (5) соединена с внешним источником тока, и амплитудный детектор подключен к низкочастотному анализатору спектра.

Устройство для измерения шумов тонких магнитных пленок в СВЧ-диапазоне работает следующим образом (фиг. 1). Исследуемый образец (2) тонкой магнитной пленки помещается внутри несимметричной полосковой линии (3). СВЧ-сигнал от СВЧ-генератора (7) подается через емкость связи (8) на параллельный колебательный контур, образованный конденсатором (4) и полосковой линией (3). Образец (2) находится под воздействием двух полей: постоянного магнитного поля, созданного магнитной системой (5), направление которого можно изменять вращением (фиг. 3) ручки (15); СВЧ-поля, создаваемого полосковой линией. В случае, когда образец находится в состоянии насыщения и поля параллельны, условия для возбуждения в тонкой магнитной пленке ферромагнитного резонанса отсутствуют. При вращении ручки (15) и отклонении магнитной системы появляются условия для возбуждения ферромагнитного резонанса. Сигнал с выхода амплитудного детектора поступает на низкочастотный анализатор спектра. Изменяя величину магнитного поля (фиг. 1), создаваемого магнитной системой (5), а также отклоняя магнитную систему (5), фиксируют спектральные плотности амплитуды шумов.

Исследовательские испытания заявленного устройства для измерения шумов тонких магнитных пленок в СВЧ-диапазоне показали, что заявленный результат достигнут. Устройство позволяет проводить измерения спектральной плотности амплитуды шума тонких магнитных пленок на сверхвысоких частотах. Например, проведены измерения магнитных шумов опытной серии пленок пермаллоя состава  $Ni_{80}Fe_{20}$  на частоте 650 МГц при величине частотной отстройки от 100 Гц до 1 МГц. Измерения позволили произвести выбор наиболее качественных образцов в серии, для которых спектральная плотность амплитуды шумов на частоте 1 кГц, приведенная к единицам измерения магнитного поля, не превышала  $100 \text{ фТл/Гц}^{1/2}$ .

#### (57) Формула изобретения

Устройство для измерения шумов тонких магнитных пленок в СВЧ-диапазоне, содержащее параллельный колебательный контур, включающий емкость и индуктивность, отличающееся тем, что в качестве индуктивности параллельного колебательного контура используется несимметричная полосковая линия, внутри которой размещают исследуемый образец тонкой магнитной пленки, линия с образцом

размещены внутри магнитной системы, формирующей постоянное магнитное поле, а колебательный контур соединен через конденсатор с СВЧ-генератором и напрямую с амплитудным детектором, нагруженным на вход низкочастотного анализатора спектра.

5

10

15

20

25

30

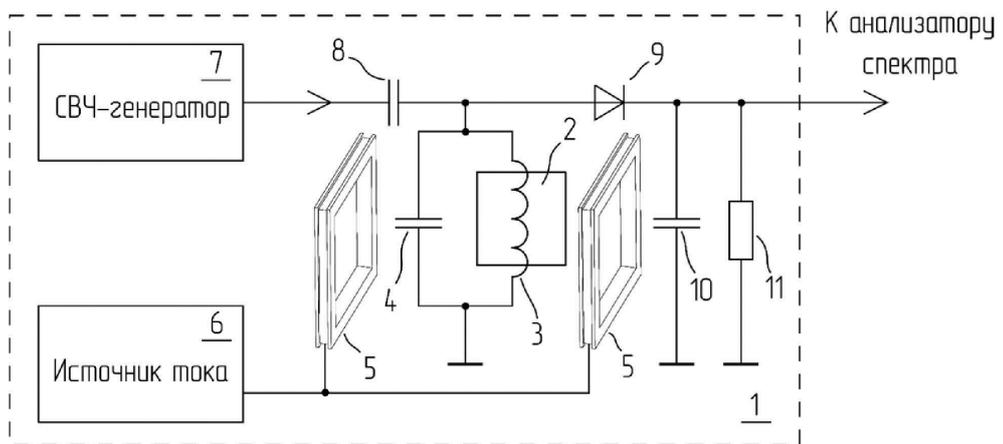
35

40

45

1

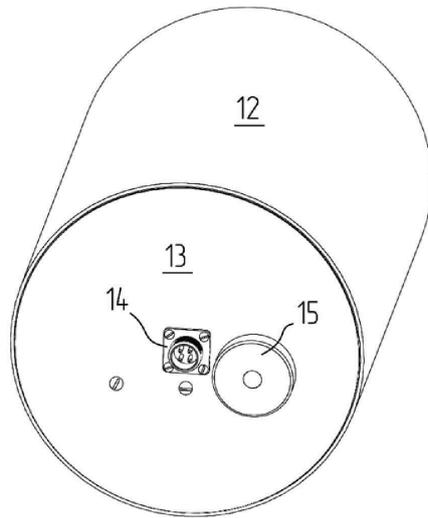
1/4



Фиг. 1

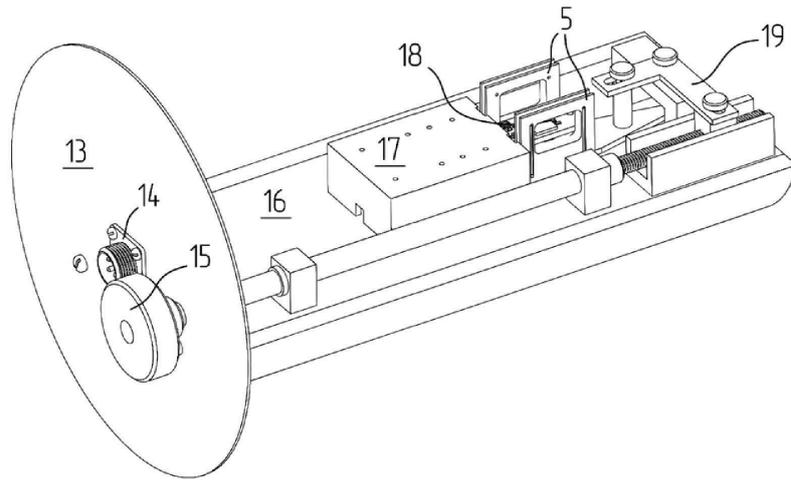
2

2/4

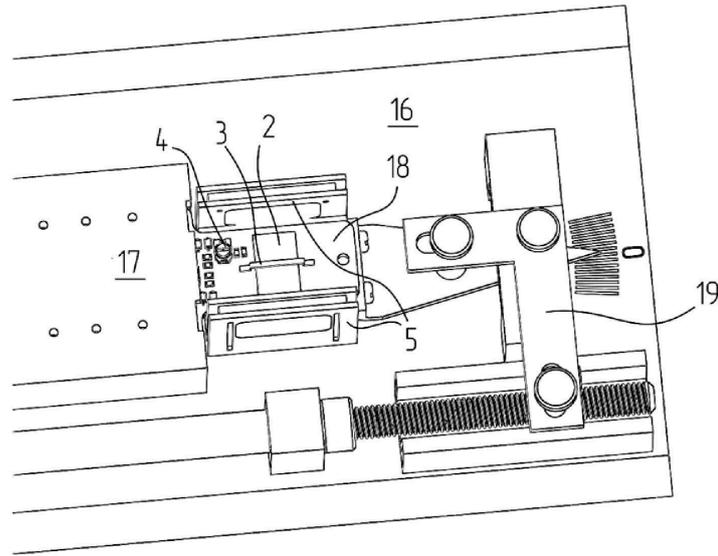


Фиг. 2

3/4



Фиг. 3



Фиг. 4