



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
H01J 49/00 (2023.05)

(21)(22) Заявка: 2022132124, 08.12.2022

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
08.12.2022

Дата регистрации:
08.06.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 08.12.2022

(45) Опубликовано: 08.06.2023 Бюл. № 16

Адрес для переписки:

660036, г. Красноярск, ул. Академгородок, 50,
ФГБНУ "ФИЦ "Красноярский научный центр
СО РАН", Мастепако Елена Геннадьевна

(72) Автор(ы):

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

(73) Патентообладатель(и):

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

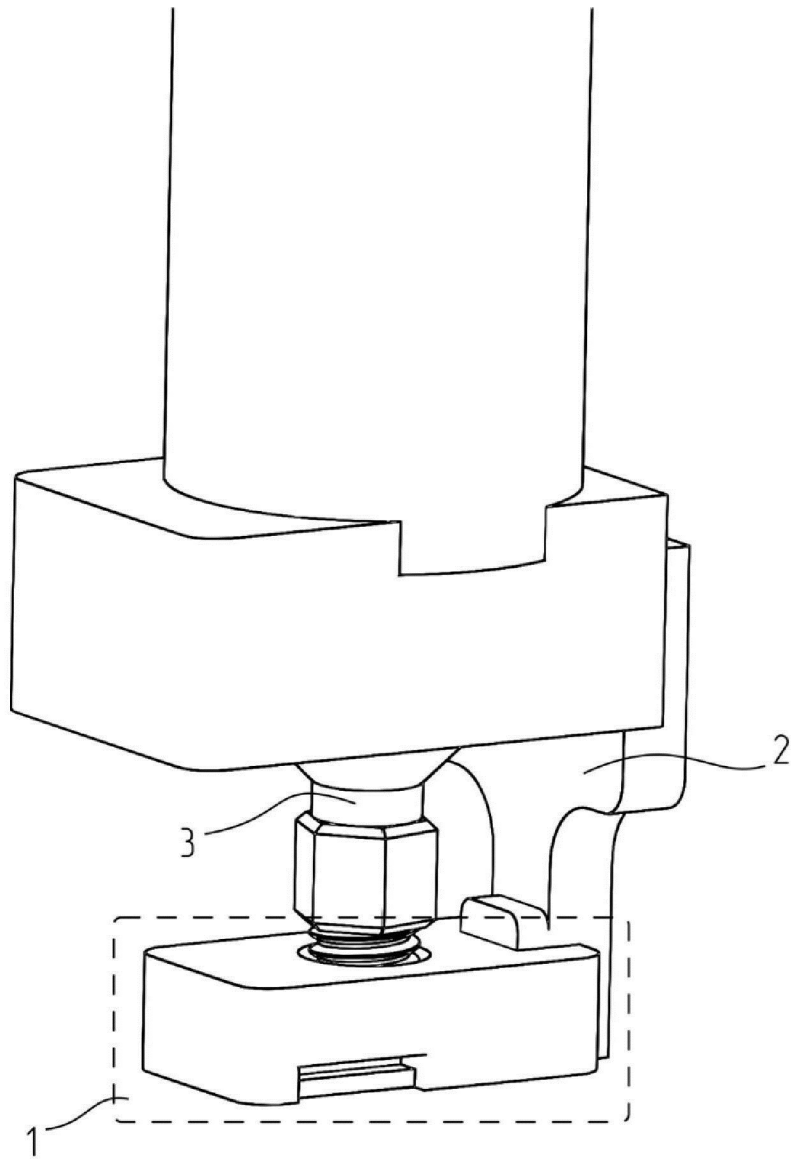
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2747912 C1, 17.05.2021. RU
2712926 C1, 03.02.2020. RU 2714314 C1,
14.02.2020. RU 2613332 C2, 16.03.2017. US
8275427 B2, 25.09.2012. CN 103744039 A,
23.04.2014. WO 2013142388 A1, 26.09.2013.

(54) Измерительная ячейка широкополосного спектрометра ферромагнитного резонанса

(57) Реферат:

Изобретение относится к измерительной технике и предназначено для неразрушающего контроля качества магнитных пленок и изучения их высокочастотных характеристик путем регистрации спектров ферромагнитного резонанса тонкопленочных образцов в широкой полосе частот. Технический результат - повышение верхней рабочей частоты ячейки и упрощение процедуры смены исследуемого образца. Измерительная ячейка широкополосного спектрометра ферромагнитного резонанса содержит короткозамкнутую несимметричную полосковую линию, размещенную в

электромагнитном экране, и СВЧ-разъем, расположенный перпендикулярно полосковой линии. Электромагнитным экраном является замкнутый металлический корпус ячейки, с верхней стороны которого расположен СВЧ-разъем, а в нижней части боковой стороны имеется отверстие для установки исследуемого образца тонкой магнитной пленки в зазор между отрезком несимметричной полосковой линии и экраном, причем размеры отверстия больше габаритных размеров исследуемого образца. 5 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
H01J 49/00 (2006.01)
G01R 33/05 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
H01J 49/00 (2023.05)

(21)(22) Application: **2022132124, 08.12.2022**

(24) Effective date for property rights:
08.12.2022

Registration date:
08.06.2023

Priority:

(22) Date of filing: **08.12.2022**

(45) Date of publication: **08.06.2023** Bull. № 16

Mail address:

**660036, g. Krasnoyarsk, ul. Akademgorodok, 50,
FGBNU "FITS" Krasnoyarskij nauchnyj tsentr SO
RAN", Mastepako Elena Gennadevna**

(72) Inventor(s):

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

(73) Proprietor(s):

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

(54) **MEASURING CELL OF A BROADBAND FERROMAGNETIC RESONANCE SPECTROMETER**

(57) Abstract:

FIELD: measuring technology.

SUBSTANCE: invention is intended for non-destructive quality control of magnetic films and study of their high-frequency characteristics by recording the ferromagnetic resonance spectra of thin-film specimens in a wide band. The measuring cell of a broadband ferromagnetic resonance spectrometer comprises a short-circuited asymmetric strip line placed in an electromagnetic shield and a microwave connector located perpendicular to the strip line. The electromagnetic screen is a closed metal case of the

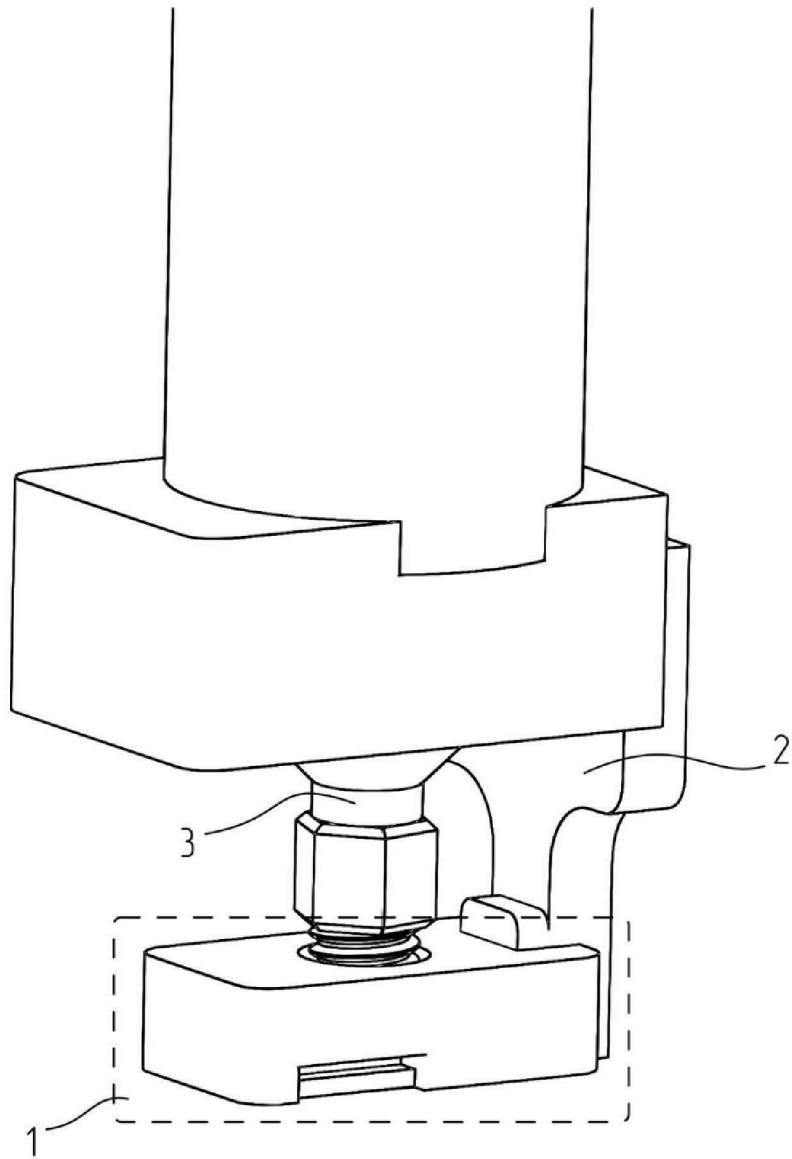
cell, on the upper side of which there is a microwave connector, and in the lower part of the side there is a hole for installing the test specimen of a thin magnetic film into the gap between the segment of the asymmetric strip line and the screen, and the dimensions of the hole are larger than the overall dimensions of the test specimen.

EFFECT: increased upper operating frequency of the cell and simplified procedure for changing the test specimen.

1 cl, 5 dwg

C1
1
2
7
9
7
2
1
RU

RU
2
7
9
7
7
2
1
C1



Фиг. 1

Изобретение относится к измерительной технике и предназначено для неразрушающего контроля качества магнитных пленок и изучения их высокочастотных характеристик путем регистрации спектров ферромагнитного резонанса тонкопленочных образцов в широкой полосе частот.

5 Наиболее близким аналогом по совокупности существенных признаков является измерительная ячейка широкополосного спектрометра ферромагнитного резонанса [Патент РФ RU 2747912 C1, МПК G01R33/05, опубл. 17.05.2021, Бюл. №14. (прототип)]. Короткозамкнутая несимметричная полосковая линия ячейки размещается в электромагнитном экране, причем СВЧ-разъем расположен перпендикулярно ее
10 плоскости таким образом, что магнитная система может свободно вращаться вокруг нормали к плоскости полосковой линии. Подложка с образцом тонкой магнитной пленки размещается внутри электромагнитного экрана, под полосковой линией, пленка при этом обращена к экрану.

Недостатком конструкции-прототипа является низкая верхняя рабочая частота и
15 сложная процедура смены исследуемого образца: для замены образца каждый раз требуется разъединять СВЧ-разъем, снимать крышку ячейки и т.д.

Техническим результатом заявляемого изобретения является повышение верхней рабочей частоты ячейки и упрощение процедуры смены исследуемого образца.

Заявляемый технический результат достигается за счет того, что в измерительной
20 ячейке широкополосного спектрометра ферромагнитного резонанса, содержащей короткозамкнутую несимметричную полосковую линию, размещенную в электромагнитном экране, и СВЧ-разъем, расположенный перпендикулярно полосковой линии, *новым является то, что* электромагнитным экраном является замкнутый
25 металлический корпус ячейки, с верхней стороны которого расположен СВЧ-разъем, а в нижней части боковой стороны имеется отверстие для установки исследуемого образца тонкой магнитной пленки в зазор между отрезком несимметричной полосковой линии и экраном, причем размеры отверстия больше габаритных размеров исследуемого образца.

Сопоставительный анализ с прототипом показывает, что заявляемое устройство
30 отличается наличием замкнутого металлического корпуса с отверстием для установки исследуемого образца. В отличие от устройства-прототипа, в котором корпус состоит из нескольких частей, скрепляемых вместе винтами, заявляемое устройство имеет монолитный корпус, что позволяет повысить верхнюю рабочую частоту измерительной ячейки.

35 Вторым существенным отличием является то, что сбоку ячейки имеется отверстие, выполненное в соответствии с размерами исследуемых образцов. Через это отверстие удается поместить образец между экраном и полосковой линией, не разбирая ячейку - это значительно упрощает и ускоряет процедуру смены образца.

Таким образом, перечисленные выше отличительные от прототипа признаки
40 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».

45 Изобретение поясняется чертежами. На фиг. 1 показана заявляемая измерительная ячейка широкополосного спектрометра ферромагнитного резонанса, закрепленная на держателе с подключенным СВЧ-кабелем, а на фиг. 2 эта же измерительная ячейка показана отдельно. На фиг. 3 показан вид снизу измерительной ячейки с разнесенными

частями. На фиг. 4 и 5 для сравнения отображены результаты измерений образца тонкой магнитной пленки с использованием двух разных ячеек: на фиг. 4 - измерения с использованием ячейки-прототипа; на фиг. 5 - измерения с использованием заявляемой измерительной ячейки.

5 Измерительная ячейка (1) является частью широкополосного спектрометра ферромагнитного резонанса (фиг. 1) и закрепляется на его держателе (2). Сверху к ячейке (1) подключен СВЧ-кабель (3), соединяющий ее с портом векторного анализатора цепей. Измерительная ячейка (1) состоит из (фиг. 2) металлического корпуса (4), являющегося экраном, с верхней стороны которого расположен СВЧ-разъем (5). В
10 нижней части корпуса (4) имеется отверстие (6), предназначенное для помещения образца внутрь измерительной ячейки. К СВЧ-разъему (5) подключена (на фиг. 3 показан вид снизу с разнесенными частями) несимметричная полосковая линия (7), запаиваемая на корпус (4) в точке контакта с его стенкой (8) металлического корпуса (4). С нижней стороны ячейки запаивают экран (9). Подложка (10) с образцом тонкой магнитной пленки
15 размещается внутри корпуса (4) таким образом, чтобы поверхность пленки была обращена к экрану (9).

Измерительная ячейка широкополосного спектрометра ферромагнитного резонанса работает следующим образом (фиг. 3). Через отверстие (6) в корпусе (4) измерительной ячейки подложка (10) с образцом размещается внутри корпуса (4). При этом с верхней
20 стороны подложки (10) проходит несимметричная короткозамкнутая полосковая линия (7), а с нижней стороны расположен экран (9). Ферромагнитный образец при этом должен быть расположен на стороне подложки (10), обращенной к экрану (9). Измерительную ячейку (1) подключают (фиг. 1) к СВЧ-кабелю (3) и закрепляют на держателе (2). Запускают процесс измерений широкополосного спектрометра
25 ферромагнитного резонанса. После окончания измерений подложку с исследуемым образцом тонкой магнитной пленки вынимают из измерительной ячейки (1). Смена образца может происходить без отсоединения СВЧ-кабеля (3) от разъема измерительной ячейки (1) и без отсоединения держателя (2).

Испытания заявленной измерительной ячейки широкополосного спектрометра
30 ферромагнитного резонанса показали, что заявленный технический результат достигнут - устройство обеспечивает более высокую верхнюю рабочую частоту в сравнении с устройством-прототипом. Кроме того, смена образца возможна без отсоединения от измерительной ячейки держателя и СВЧ-кабеля, что значительно упрощает и ускоряет данную процедуру. Для примера, на фиг. 4 и 5 показаны результаты измерений одного
35 образца текстурированной пленки пермаллоя двумя устройствами: показанные на фиг. 4 измерения проведены с использованием устройства-прототипа до частоты 12 ГГц; на фиг. 5 отображены результаты измерений на частотах до 15 ГГц с использованием заявляемого устройства. При использовании устройства-прототипа на графике (фиг. 4) на частоте ~8 ГГц наблюдается резонансное усиление сигнала (11), которое, хотя и
40 приводит к увеличению чувствительности ячейки, является нежелательным, так как способствует уширению линии ферромагнитного резонанса. Для заявляемой измерительной ячейки (фиг. 5) частота, на которой наблюдается резонансное усиление сигнала (12), сдвинута вверх - до ~12 ГГц.

45 (57) Формула изобретения

Измерительная ячейка широкополосного спектрометра ферромагнитного резонанса, содержащая короткозамкнутую несимметричную полосковую линию, размещенную в электромагнитном экране, и СВЧ-разъем, расположенный перпендикулярно

полосковой линии, отличающаяся тем, что электромагнитным экраном является замкнутый металлический корпус ячейки, с верхней стороны которого расположен СВЧ-разъем, а в нижней части боковой стороны имеется отверстие для установки исследуемого образца тонкой магнитной пленки в зазор между отрезком несимметричной полосковой линии и экраном, причем размеры отверстия больше габаритных размеров исследуемого образца.

10

15

20

25

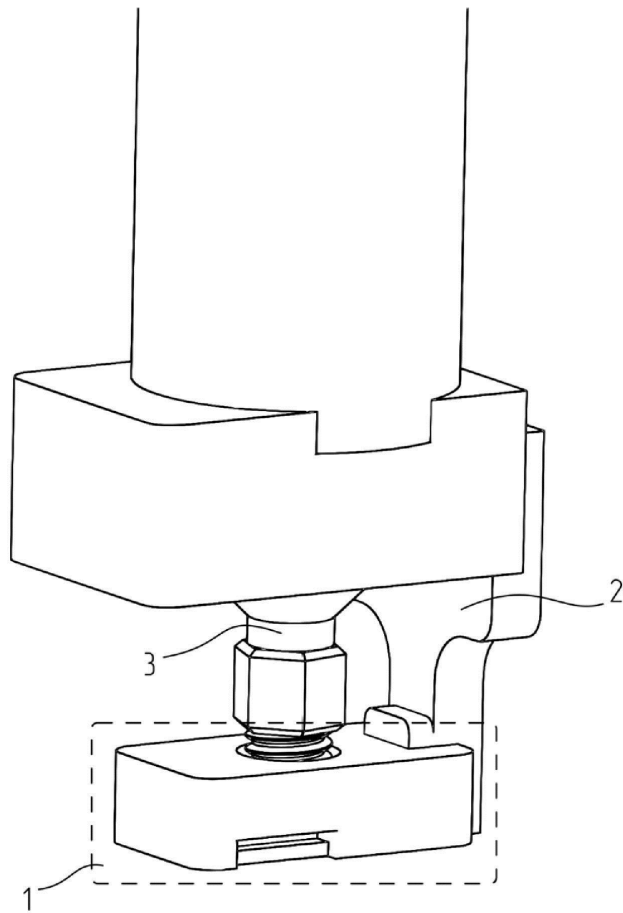
30

35

40

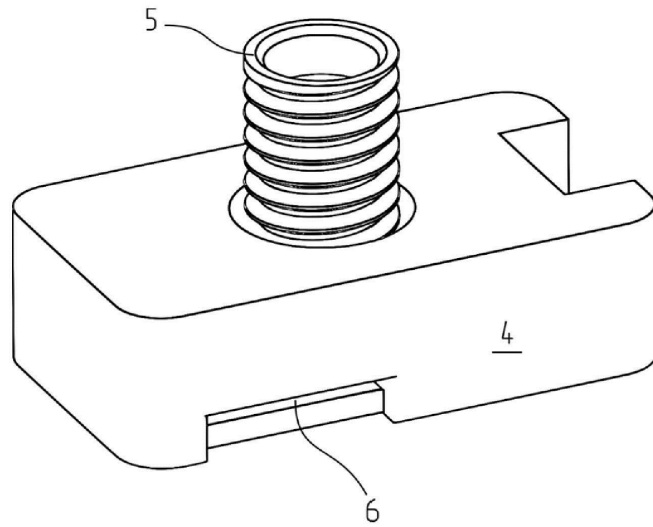
45

1

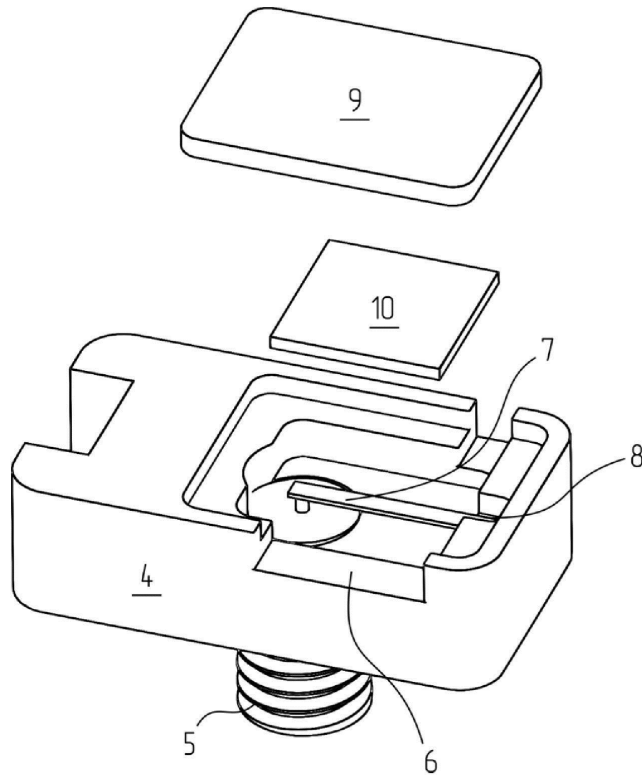


Фиг. 1

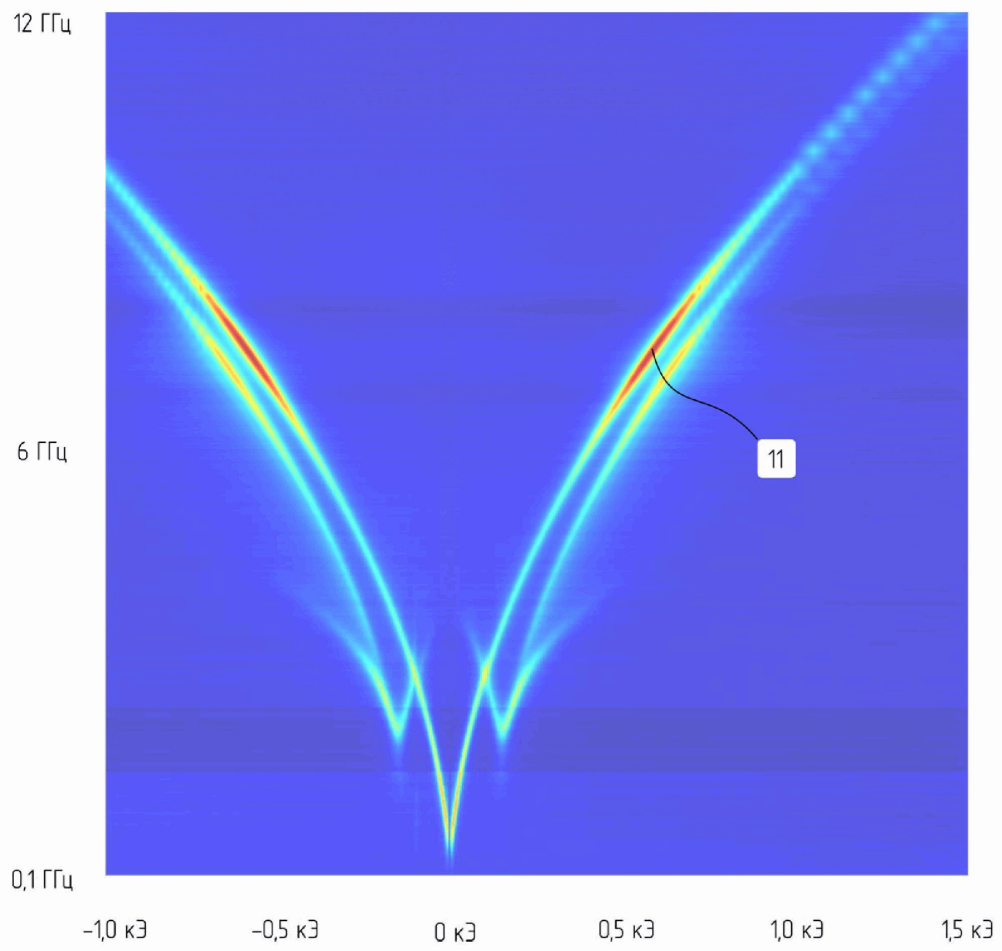
2



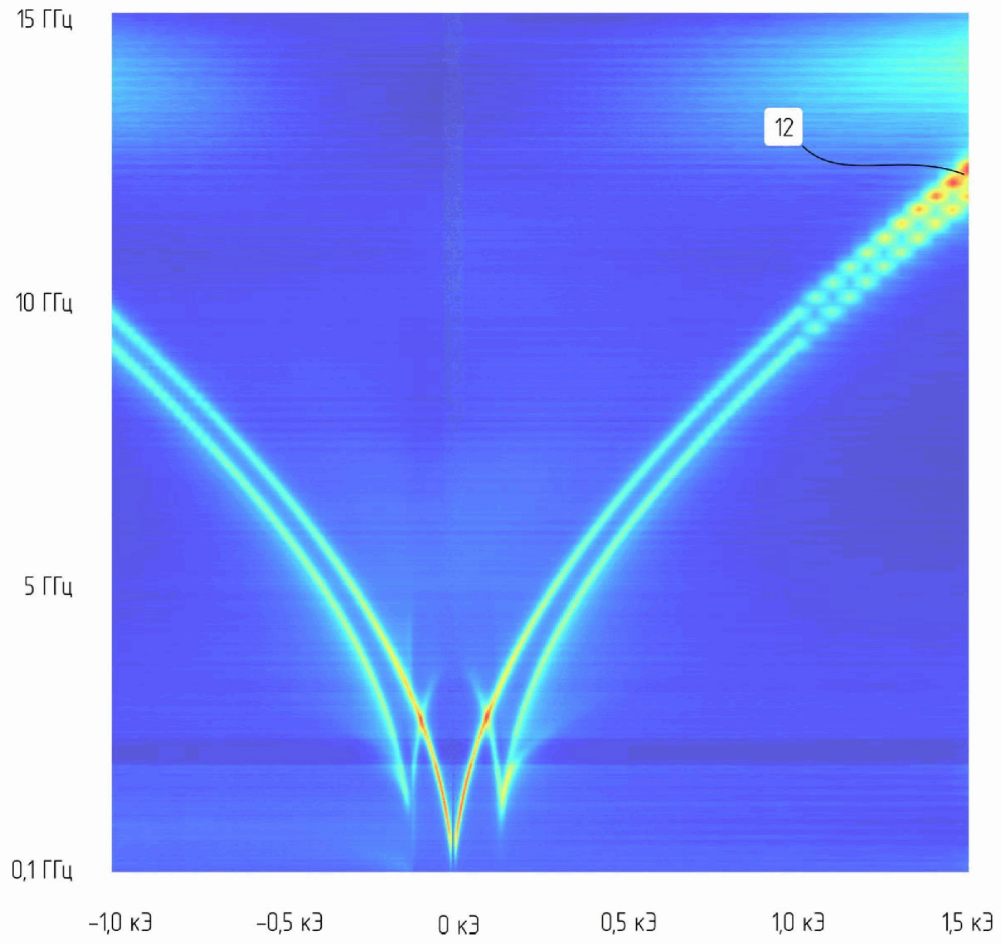
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5