



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2332780

ШИРОКОПОЛОСНЫЙ ГЕНЕРАТОР ХАОТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ДИАПАЗОНА СВЕРХВЫСОКИХ ЧАСТОТ

Патентообладатель(ли): **ГОУ ВПО "Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского" (RU)**

Автор(ы): **см. на обороте**

Заявка № 2006139102

Приоритет изобретения 08 ноября 2006 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 27 августа 2008 г.

Срок действия патента истекает 08 ноября 2026 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам



Б.П. Симонов



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2006139102/09, 08.11.2006

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
08.11.2006

(45) Опубликовано: 27.08.2008 Бюл. № 24

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: SU 939373 A1, 15.06.1982. SU 1734187
A1, 15.05.1992. SU 1698947 A1, 15.12.1991. FR
2447641 A, 22.08.1980. FR 2425173 A, 30.11.1979.

Адрес для переписки:

410012, г.Саратов, ул. Московская, 155, СГУ,
ПЛО, Н.В. Романовой, рег. № 325

(72) Автор(ы):

Гришин Сергей Валерьевич (RU),
Гришин Валерий Сергеевич (RU),
Шараевский Юрий Павлович (RU),
Храмов Александр Евгеньевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

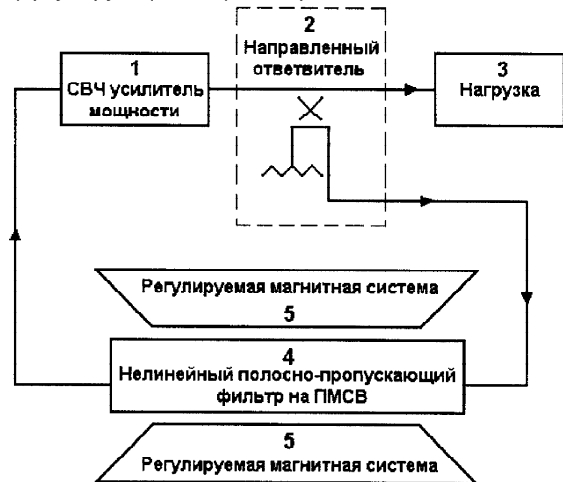
ГОУ ВПО "Саратовский государственный
университет имени Н.Г. Чернышевского" (RU)

(54) ШИРОКОПОЛОСНЫЙ ГЕНЕРАТОР ХАОТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ДИАПАЗОНА СВЕРХВЫСОКИХ ЧАСТОТ

(57) Реферат:

Изобретение относится к радиотехнике и может быть использовано в качестве источника широкополосных электромагнитных хаотических сигналов в диапазоне сверхвысоких частот (СВЧ). Технический результат заключается в увеличении полосы частот генерируемого шумоподобного сигнала, представляющего собой детерминированный хаотический сигнал. Он достигается тем, что широкополосный генератор хаотических сигналов диапазона СВЧ согласно предлагаемому решению представляет собой последовательно соединенные широкополосный СВЧ-усилитель, направленный ответвитель и нагрузку, а также цепь обратной связи, включенную между другим выходом направленного ответвителя и входом широкополосного СВЧ-усилителя и содержащую нелинейный элемент, выполненный в виде перестраиваемого магнитным полем широкополосного нелинейного полосо-пропускающего фильтра на магнитостатических

волнах, имеющего падающий участок на амплитудной характеристике и одновременно обеспечивающего задержку сигнала, циркулирующего в цепи обратной связи. 4 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
H03B 29/00 (2006.01)
H03B 5/18 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2006139102/09, 08.11.2006

(24) Effective date for property rights: 08.11.2006

(45) Date of publication: 27.08.2008 Bull. 24

Mail address:
410012, g.Saratov, ul. Moskovskaja, 155, SGU,
PLO, N.V. Romanovoj, reg. № 325

(72) Inventor(s):
Grishin Sergej Valer'evich (RU),
Grishin Valerij Sergeevich (RU),
Sharaevskij Jurij Pavlovich (RU),
Khramov Aleksandr Evgen'evich (RU)

(73) Proprietor(s):
GOU VPO "Saratovskij gosudarstvennyj
universitet imeni N.G. Chernyshevskogo" (RU)

(54) **SUPERHIGH FREQUENCY WIDE BAND RANDOM SIGNAL GENERATOR**

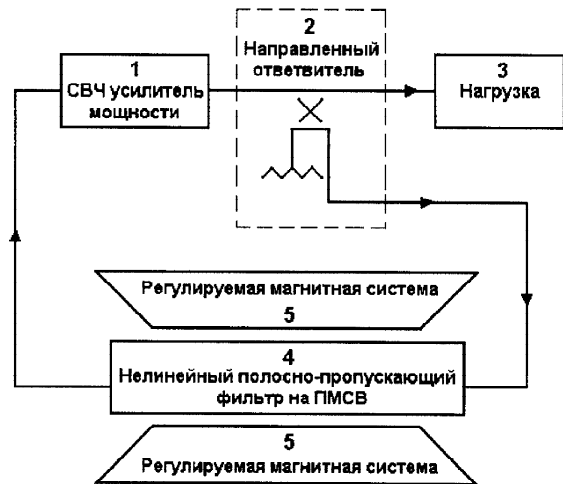
(57) Abstract:

FIELD: electricity.

SUBSTANCE: according to proposed design, SHF wide band random signal generator, represents series-connected SHF wide-band amplifier, directional coupler, load, and feedback circuit connected between the other output of directional coupler and input of SHF wide-band amplifier and containing nonlinear element. The latter is designed in the form of magnetic field regulated wide band nonlinear pass-band filter on magneto-static waves, having incident area of amplitude characteristic and simultaneously providing delay of signal travelling in feedback circuit.

EFFECT: increased frequency band of generated noise-like signal.

4 dwg



Фиг. 1

RU 2 332 780 C1

RU 2 332 780 C1

Изобретение относится к радиотехнике и может быть использовано в качестве источника широкополосных электромагнитных хаотических сигналов в диапазоне сверхвысоких частот (СВЧ).

Известен способ генерирования электромагнитных шумовых колебаний, основанный на использовании в схеме генератора шума охваченных цепью обратной связи линейного и нелинейного усилителей, представляющих собой лампы бегущей волны и названных так условно в соответствии с тем режимом, в котором они работали: линейный усилитель - в режиме почти линейного усиления, нелинейный усилитель - в существенно нелинейном режиме на падающем участке амплитудной характеристики, т.е. на участке с отрицательной крутизной. Наличие падающего участка на амплитудной характеристике нелинейного усилителя приводит к тому, что генератор превращается в генератор шума, в котором отсутствуют какие-либо дополнительные внешние источники шумового сигнала, а режим генерации электромагнитных шумовых колебаний осуществляется за счет собственной динамики автоколебательной системы (см. А.С. №1125735).

Наиболее близким к предлагаемому изобретению является генератор шума СВЧ-диапазона, содержащий последовательно соединенные широкополосный СВЧ-усилитель, направленный ответвитель и нагрузку, а также цепь обратной связи, включенную между другим выходом направленного ответвителя и входом широкополосного СВЧ-усилителя и содержащую нелинейный элемент, причем нелинейный элемент выполнен в виде перестраиваемого внешним постоянным магнитным полем нелинейного ферритового резонатора, а в цепь обратной связи дополнительно введена линия задержки (см. АС №936373; см. Письма в ЖТФ. 1984. Т.10, вып.21. С.1311-1314).

Недостатком такого устройства является узкополосная генерация шумового сигнала, обусловленная тем, что нелинейные свойства ферритового резонатора проявляются в полосе частот нелинейного ферромагнитного резонанса, составляющей величину от единиц до десятков мегагерц.

Задачей предлагаемого изобретения является увеличение полосы частот генерируемого шумоподобного сигнала, представляющего собой детерминированный хаотический сигнал.

Поставленная задача решается тем, что широкополосный генератор хаотических сигналов диапазона СВЧ согласно предлагаемому решению представляет собой последовательно соединенные широкополосный СВЧ-усилитель, направленный ответвитель и нагрузку, а также цепь обратной связи, включенную между другим выходом направленного ответвителя и входом широкополосного СВЧ-усилителя и содержащую нелинейный элемент, выполненный в виде перестраиваемого магнитным полем широкополосного нелинейного полосно-пропускающего фильтра на магнитоэлектрических волнах (МСВ), имеющего падающий участок на амплитудной характеристике и одновременно обеспечивающего задержку сигнала, циркулирующего в цепи обратной связи.

Нелинейный полосно-пропускающий фильтр на МСВ состоит из двух микрополосковых линий - экранированной с одной стороны диэлектрической подложки с нанесенными на ее противоположную сторону двумя микрополосками (входной и выходной) и ферритовой пленки, расположенной над входной и выходной микрополосками и находящейся в непосредственном контакте с ними. Свободные концы обеих микрополосок заземлены, т.е. соединены через сквозные металлизированные отверстия с проводящим экраном.

Микрополоски параллельны между собой, сдвинуты друг относительно друга и перекрываются пленкой по всей ее ширине, при этом расстояние между микрополосками должно быть не более длины ферритовой пленки. Направление внешнего постоянного магнитного поля устанавливается таким, чтобы в ферритовой пленке возбуждалась поверхностная МСВ (ПМСВ), осуществляющая передачу сигнала от входной микрополоски к выходной и его задержку. Величина внешнего постоянного магнитного поля выбирается из условия возбуждения ПМСВ в рабочем диапазоне частот СВЧ-усилителя, при этом в ферритовой пленке должны наблюдаться параметрические процессы первого порядка, обуславливающие нелинейность фильтра. Изменяя величину внешнего магнитного поля,

можно перестраивать полосу возбуждения ПМСВ по частоте и, таким образом, перестраивать центральную частоту нелинейного полосно-пропускающего фильтра на ПМСВ.

Известно (см. А.В.Вашковский, В.С.Стальмахов, Ю.П.Шараевский. Магнитостатические волны в электронике сверхвысоких частот. Изд-во Саратовского университета, 1993), что для широкополосного возбуждения МСВ необходимо использование достаточно толстых ферритовых пленок толщиной $d \sim 40 \pm 100$ мкм, а ширина микрополосок w , используемых для возбуждения в ферритовой пленке МСВ, должна быть порядка толщины пленки, т.е. $w \sim d$. При этом наибольшей широкополосностью из всех типов МСВ обладает ПМСВ, ширина полосы возбуждения которой при сформулированных выше условиях может достигать величины порядка 1 ГГц.

Наличие падающего участка на амплитудной характеристике нелинейного полосно-пропускающего фильтра на МСВ при увеличении уровня мощности входного сигнала обусловлено возникновением в ферритовой пленке при уровне сигнала выше некоторого порогового значения параметрических процессов первого порядка, в результате которых магнитостатическая волна накачки параметрически возбуждает пакет спиновых волн на частотах, вдвое меньших частоты волны накачки. Такие процессы в случае возбуждения ПМСВ наблюдаются для наиболее часто используемых на практике ферритовых пленок с намагниченностью насыщения ~ 1760 Гс в диапазоне частот до 4,9 ГГц, а при металлизации одной из сторон пленки в диапазоне частот до 9,8 ГГц (см.

А.В.Вашковский, В.С.Стальмахов, Ю.П.Шараевский. Магнитостатические волны в электронике сверхвысоких частот. Изд-во Саратовского университета, 1993). Для продвижения в более высокочастотный диапазон необходимо использование ферритовых пленок с большей величиной намагниченности насыщения, например гексаферритов.

Помимо наличия падающего участка на амплитудной характеристике, нелинейный полосно-пропускающий фильтр на МСВ обладает свойствами линии задержки. Величина задержки сигнала зависит как от расстояния между входной и выходной микрополосками, т.е. от длины ферритовой пленки, по которой распространяется сигнал с входа на выход устройства, так и от уровня мощности входного сигнала.

Таким образом, используемый в предлагаемой схеме широкополосного СВЧ-генератора хаотических сигналов нелинейный пассивный элемент обладает свойствами (падающим участком на амплитудной характеристике и задержкой сигнала), которые были у нелинейного активного элемента в схеме генератора шума (см. АС №1125735), и отличается от нелинейного пассивного элемента, используемого в схеме генератора шума СВЧ-диапазона (см. АС №936373), тем, что одновременно имеет падающий участок на амплитудной характеристике и осуществляет задержку сигнала в широкой полосе частот.

В качестве широкополосного СВЧ-усилителя в предлагаемом генераторе хаотических сигналов могут использоваться широкополосные твердотельные СВЧ-усилители мощности на GaAs полевых транзисторах с барьером Шоттки, у которых отсутствует падающий участок на амплитудной характеристике и которые не демонстрируют режимов хаотической генерации в отсутствие нелинейного полосно-пропускающего фильтра на МСВ. Ширина полосы рабочих частот современных усилителей мощности на GaAs полевых транзисторах с барьером Шоттки в диапазоне СВЧ может достигать величины от одной до нескольких октав, поэтому в этом случае ширина полосы возбуждения хаотических сигналов обусловлена шириной полосы частот, в которой наблюдается падающий участок на амплитудной характеристике нелинейного пассивного элемента. Наличие падающего участка на амплитудной характеристике у нелинейного полосно-пропускающего фильтра на ПМСВ приводит к тому, что вся автоколебательная система в целом превращается в генератор хаотических сигналов, в котором отсутствуют какие-либо дополнительные внешние источники хаотического сигнала, а режим генерации электромагнитных хаотических сигналов осуществляется за счет собственной динамики автоколебательной системы.

Предлагаемый широкополосный генератор хаотических сигналов диапазона СВЧ

поясняется чертежами, где на фиг.1 приведено его схематическое изображение, на фиг.2 - схематическое изображение нелинейного полосно-пропускающего фильтра на ПМСВ, на фиг.3 - амплитудная характеристика нелинейного полосно-пропускающего фильтра на ПМСВ, на фиг.4 - спектрограмма хаотического сигнала с выхода предлагаемого

5 генератора хаоса, где

- 1 - СВЧ-усилитель мощности;
- 2 - направленный ответвитель;
- 3 - нагрузка;
- 4 - нелинейный полосно-пропускающий фильтр на ПМСВ;
- 10 5 - регулируемая магнитная система;
- 6, 7 - входная и выходная микрополоска соответственно;
- 8 - диэлектрическая подложка;
- 9 - металлический экран;
- 10 - металлизированное отверстие;
- 15 11 - ферритовая пленка.

Предлагаемый генератор широкополосных хаотических сигналов диапазона СВЧ, изображенный на фиг.1, содержит широкополосный СВЧ-усилитель мощности 1, в качестве которого, для примера, взят усилитель мощности на GaAs полевых транзисторах с барьером Шоттки, у которого отсутствует падающий участок на амплитудной

20 характеристике, подключенный к основному каналу направленного ответвителя 2, и последовательно соединенную с ними нагрузку 3, а также цепь обратной связи, включенную между вспомогательным каналом направленного ответвителя 2 и входом широкополосного СВЧ-усилителя 1 и содержащую нелинейный широкополосный полосно-пропускающий фильтр на ПМСВ 4, который одновременно имеет падающий участок на

25 амплитудной характеристике и осуществляет задержку сигнала в полосе частот возбуждения ПМСВ. При этом полосно-пропускающий фильтр на ПМСВ 4 находится в регулируемой магнитной системе 5, создающей регулируемое внешнее постоянное магнитное поле.

Нелинейный полосно-пропускающий фильтр на ПМСВ, изображенный на фиг.2, содержит входную 6 и выходную 7 микрополоски, выполненные на лицевой стороне диэлектрической подложки 8, на обратной стороне которой нанесен металлический экран 9. Свободные концы обеих микрополосок заземлены, т.е. соединены через сквозные металлизированные отверстия 10 с металлическим экраном 9, а сами микрополоски

35 параллельны между собой и сдвинуты друг относительно друга. При этом расстояние между микрополосками не больше длины ферритовой пленки 11, а пленка по всей ширине перекрывается обеими микрополосками. Ферритовая пленка 11 располагается над микрополосками, находясь в непосредственном контакте с ними. Внешнее постоянное магнитное поле H_0 прикладывается касательно к поверхности пленки и параллельно микрополоскам так, чтобы в ферритовой пленке возбуждалась ПМСВ, обеспечивающая

40 задержку сигнала при передаче его от входной микрополоски к выходной. Величина поля H_0 выбирается как из условия возбуждения ПМСВ в рабочем диапазоне частот СВЧ-усилителя, так и наличия в ферритовой пленке параметрических процессов первого порядка, обуславливающих нелинейность фильтра.

Предлагаемый широкополосный генератор хаотических сигналов диапазона СВЧ работает следующим образом. СВЧ-сигнал, циркулирующий в схеме, усиливается широкополосным СВЧ-усилителем мощности 1 и разветвляется в направленном ответвителе 2 на два канала: основной и вспомогательный. Большая часть мощности сигнала через основной канал поступает в нагрузку 3, а меньшая часть мощности сигнала через вспомогательный канал поступает в цепь обратной связи на вход нелинейного

50 широкополосного полосно-пропускающего фильтра на ПМСВ 4. Уровень мощности сигнала в цепи обратной связи подбирается таким образом, чтобы обеспечить работу полосно-пропускающего фильтра на ПМСВ 4 в существенно нелинейном режиме на падающем участке его амплитудной характеристики, т.е. на участке с отрицательной крутизной

(см. фиг.3). Нелинейные свойства полосно-пропускающего фильтра на ПМСВ 4, обусловленные параметрическими процессами первого порядка, проявляются во всей полосе частот возбуждения ПМСВ при уровне мощности входного сигнала, соответствующем падающему участку на амплитудной характеристике фильтра (см. фиг.3).

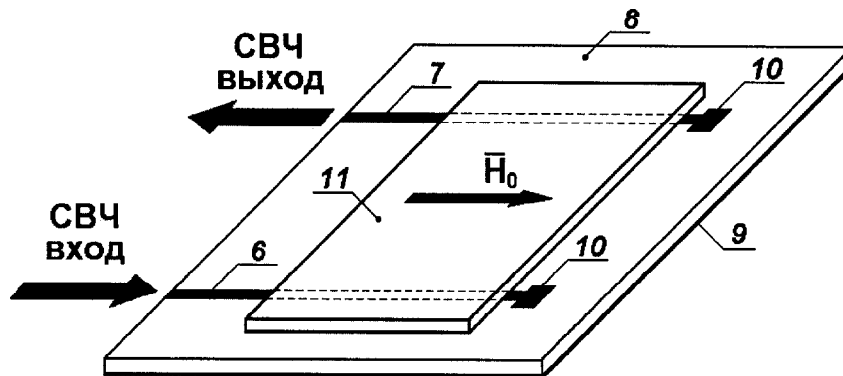
5 Для получения широкополосной генерации хаотического сигнала, кроме указанных выше требований, необходимо, чтобы в полосе частот возбуждения ПМСВ осуществлялась задержка сигнала, проходящего через полосно-пропускающий фильтр на ПМСВ 4. Величина времени задержки сигнала зависит от расстояния между входной и выходной микрополосками, т.е. от длины ферритовой пленки, через которую осуществляется
10 передача сигнала с входа на выход фильтра на ПМСВ 4. При увеличении расстояния между входной и выходной микрополосками увеличивается время задержки сигнала, но при этом увеличивается и уровень начальных потерь фильтра на ПМСВ 4. Последнее приводит к необходимости увеличения коэффициента усиления СВЧ-усилителя мощности 1. Известно, что максимальный уровень коэффициента усиления современных СВЧ-
15 усилителей мощности на GaAs полевых транзисторах достигает величины ~40 дБ в линейном режиме. Поэтому при использовании одного СВЧ-усилителя мощности 1 и направленного ответвителя с переходным ослаблением ~10 дБ в предлагаемой схеме генератора хаотических сигналов начальный уровень потерь фильтра на ПМСВ 4 не должен превышать величину ~25 дБ для обеспечения амплитудных условий генерации
20 сигнала. Данный уровень потерь в фильтре на ПМСВ 4 достигается при расстоянии между входной и выходной микрополосками ~1 см, что обеспечивает задержку сигнала в диапазоне частот до 4ГГц на величину ~150-200 нс. Данное значение задержки сигнала находится в хорошем соответствии с оптимальным условием стохастизации колебаний, сформулированным для генератора шума СВЧ-диапазона (см. А.С. №936373).

25 На фиг.4 приведена полученная экспериментально спектрограмма хаотического сигнала с выхода предлагаемого широкополосного генератора хаотических сигналов диапазона СВЧ при величине внешнего постоянного магнитного поля $H_0 \sim 300$ Э. Из представленных результатов следует, что широкополосное возбуждение хаотического сигнала наблюдается в диапазоне частот ~1-3 ГГц, при этом интегральная мощность генерируемого хаотического
30 сигнала в этом диапазоне частот составляет величину более 20% от мощности насыщения используемого в схеме транзисторного усилителя мощности при его работе в качестве СВЧ-усилителя мощности одночастотного сигнала. Изменяя величину внешнего магнитного поля, можно перестраивать полосу возбуждения ПМСВ по частоте и, таким образом, перестраивать полосу генерируемого хаотического сигнала.

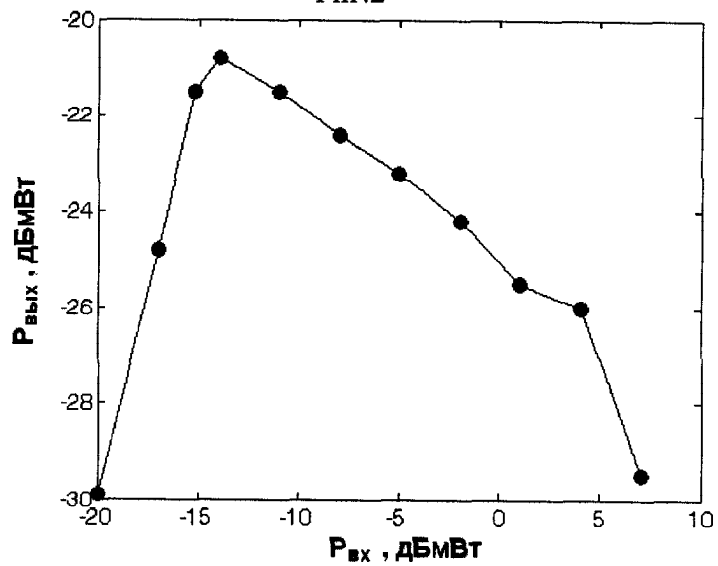
35

Формула изобретения

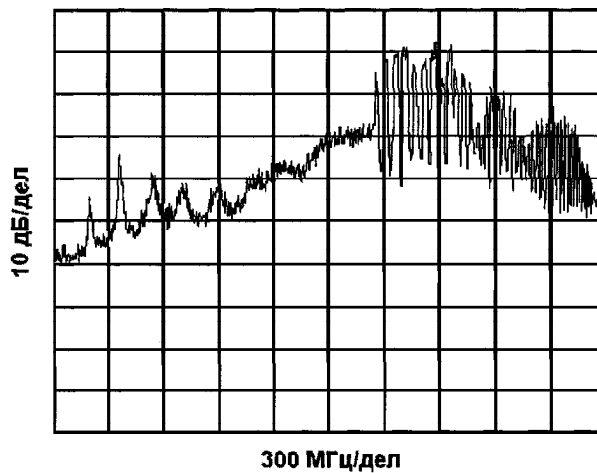
Широкополосный генератор хаотических сигналов диапазона СВЧ, представляющий собой последовательно соединенные широкополосный СВЧ-усилитель, направленный
40 ответвитель и нагрузку, а также цепь обратной связи, включенную между другим выходом направленного ответвителя и входом широкополосного СВЧ-усилителя и содержащую нелинейный элемент, отличающийся тем, что нелинейный элемент выполнен в виде перестраиваемого магнитным полем широкополосного нелинейного полосно-пропускающего фильтра на поверхностных магнитостатических волнах, имеющего падающий участок на амплитудной характеристике и состоящего из экранированной с
45 одной стороны диэлектрической подложки с нанесенными на ее противоположную сторону входной и выходной микрополосками, и ферритовой пленки, расположенной над входной и выходной микрополосками и находящейся в непосредственном контакте с ними по всей своей ширине, причем свободные концы обеих микрополосок соединены через сквозные металлизированные отверстия с проводящим экраном, при этом микрополоски
50 параллельны между собой и сдвинуты относительно друг друга, причем расстояние между микрополосками должно быть не более длины ферритовой пленки, при этом величина внешнего постоянного магнитного поля выбрана из условия возбуждения поверхностной магнитостатической волны в рабочем диапазоне частот СВЧ-усилителя.



Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4