



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

ОФУЕЛ: КОВАНО

Б. А. 1. 95 - 12 10

для служебного пользования

(19) **SU** (11) **1720453** **A 1**

(51)6 H 01 S 1/02

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГИИТ СССР

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4753655/25

(22) 30.10.89

(71) Радиоастрономический институт  
АН УССР

(72) Л.Б.Князьков, В.В.Мышенко  
С.А.Песковацкий и В.М.Шульга

(53) 621.375.8(088:8)

(56) Штейншлейгер В.Б. и др. Кван-  
товые усилители СВЧ. - М.: Сов.радио,  
1971, 256.

Сигмен А. Мазеры. - М.: Мир, 1966,  
258-262.

(54) КВАНТОВЫЙ УСИЛИТЕЛЬ РЕЗОНАТОР-  
НОГО ТИПА

(57) Изобретение относится к радио-  
технике СВЧ, а именно к квантовым  
усилителям, и предназначено для

использования в системах СВЧ. Цель  
изобретения - увеличение срока служ-  
бы и экономичности за счет уменьше-  
ния мощности накачки. Квантовый  
усилитель состоит из активного кри-  
сталла, помещенного в объем прямо-  
угольной формы, ограниченный метал-  
лическими стенками. В одной стенке и в  
противоположающей ей выполнены отвер-  
стия с волноводами сигнала и накачки,  
развернутыми под углом друг  
к другу. Одна из стенок представля-  
ет собой настроечный плунжер, состо-  
ящий из средней и крайних частей,  
соприкасаемых по плоскостям, парал-  
лельным широкой стенке сигнала, и  
имеющим возможность независимого пе-  
ремещения. 1 ил.

Изобретение относится к радиотех-  
нике СВЧ, в частности к квантовым  
усилителям резонаторного типа, и мо-  
жет быть использовано в радиоизмери-  
тельной технике, для радиоастроно-  
мических исследований и технике даль-  
ней космической связи.

Известен квантовый усилитель ре-  
зонаторного типа, представляющий  
собой кристалл активного вещества  
прямоугольной формы, покрытый слоем  
металла. В слое металла выполнены от-  
верстия связи с волноводами сигнала  
и накачки. Размеры кристалла подобра-  
ны таким образом, чтобы обеспечить  
резонанс одновременно на двух частот-  
ах - частота сигнала и накачки, со-  
отношение которых определяется струк-  
турой энергетических уровней актив-  
ного вещества. Это позволяет эффек-  
тивно использовать мощность накачки  
и тем самым значительно снизить тре-  
буемую для работы квантового усилителя  
мощность накачки. Такой квантовый  
усилитель имеет максимально достижи-  
мый коэффициент заполнения активным  
веществом, низкий уровень, требуе-  
мый для работы квантового усилите-  
ля, мощности накачки, однако явля-  
ется перестраиваемым по частоте.

Перестройка по частоте при сохра-  
нении достаточно высокого значения  
коэффициента заполнения возможна  
в квантовых усилителях резонаторного  
типа с частичным заполнением актив-  
ным веществом. Квантовый усилитель  
резонаторного типа с частичным за-  
полнением активным веществом, яв-

19-  
**SU**  
1720453  
A 1

ляющийся ближайшим по технической сущности к предлагаемому устройству, представляет собой объем прямоугольной формы, ограниченный металлической поверхностью, с помещенным в него активным кристаллом. Одна или две его противоположные стороны представляют собой настроечные плунжеры, а одна или две другие противоположные стороны имеют отверстия связи с волноводами сигнала и накачки. Настройка резонатора квантового усилителя на заданную частоту сигнала производится путем перемещения одного или двух настроечных плунжеров, причем с помощью двух плунжеров достигается примерно двукратное увеличение диапазона перестройки квантового усилителя.

Если частота накачки в несколько раз превышает частоту сигнала (случай, характерный для сантиметрового диапазона длин волн), то вблизи частоты накачки имеется плотный спектр резонирующих типов колебаний и требуемая мощность накачки невелика, включая случаи, когда частота накачки не точно совпадает с частотой резонанса какого-либо типа колебаний. Однако, в миллиметровом диапазоне длин волн, а также для некоторых схем получения усиления в сантиметровом диапазоне частота накачки незначительно превышает частоту сигнала и, следовательно, вблизи частоты накачки спектр резонирующих типов колебаний сильно разрежен. Соответствие резонансных частот резонатора квантового усилителя одновременно частоте сигнала и накачки если и выполняется, то только на фиксированной частоте, а не в диапазоне перестройки квантового усилителя, что приводит к значительному увеличению требуемой мощности накачки. С другой стороны с укорочением длины волны уменьшается мощность генераторов СВЧ. Все это ограничивает возможности создания квантовых усилителей в миллиметровом диапазоне длин волн.

Целью изобретения является увеличение срока службы и экономичности за счет уменьшения мощности накачки.

На чертеже изображен общий вид квантового усилителя резонаторного типа.

Квантовый усилитель резонаторного типа состоит из активного кристалла 1, помещенного в объем прямоугольной формы, ограниченный металлическими стенками 2, 3, 4. С одной стороны объем резонатора ограничивает настроечный плунжер, состоящий из средней 5 и крайних 6 частей, имеющих возможность независимого перемещения. В стенке 2 выполнено отверстие связи 7 с волноводом накачки 8, а в противоположной стенке - с волноводом сигнала 9, причем широкие стенки прямоугольных волноводов сигнала 9 и накачки 8 перпендикулярны друг другу.

Устройство работает следующим образом.

В резонаторе квантового усилителя посредством волноводов сигнала 9 и накачки 8 и отверстий связи возбуждаются два типа колебаний низшего порядка взаимортогональных поляризации, причем вектор электрической составляющей электромагнитного поля типа колебаний сигнала перпендикулярен стенке 3, а типа колебаний накачки перпендикулярен стенке 4. Область резонатора между активным кристаллом и плунжером заперделена на частотах сигнала и накачки, так как диэлектрическая проницаемость активных кристаллов, используемых в квантовых усилителях, велика (более 8). Это приводит к тому, что поля будут спадать по направлению к плунжеру (5, 6), то есть величины электрической и магнитной составляющей электромагнитного поля постоянны вдоль направления перпендикулярного стенке 3 типа колебаний сигнала и непостоянны для типа колебаний накачки, а именно, максимум электрической составляющей приходится на центральную часть торца плунжера, а магнитной - на его образующую.

Путем совместного перемещения обеих частей 5, 6 плунжера осуществляется настройка резонатора квантового усилителя на частоту сигнала. Настроить резонатор квантового усилителя на частоту накачки можно путем перемещения во взаимно противоположных направлениях средней 5 и крайних 6 частей плунжера. При этом вследствие постоянства величин электрической и магнитной составляющих вдоль направления, перпендикулярного стенке 3, для типа ко-

лебаний сигнала перемещение в противоположных направлениях средней и крайних частей плунжера оказывает компенсирующее друг друга влияние на частоту резонанса, обеспечивая тем самым возможность ее сохранения. Для типа колебаний накачки перемещение средней части 5 плунжера приводит к заполнению или освобождению объема резонатора квантового усилителя, в котором в основном сосредоточена энергия электрической составляющей электромагнитного поля, а перемещение крайних частей 6 плунжера - к заполнению или освобождению объема резонатора с преимущественным сосредоточением энергии магнитной составляющей электромагнитного поля. Поэтому перемещение средней 5 и крайних 6 частей плунжера в противоположных направлениях оказывает дополняющее друг друга влияние на частоту резонанса типа колебаний накачки. Так перемещение средней части плунжера 5 по направлению к активному кристаллу, а крайних частей плунжера 6 от него приводит к уменьшению частоты резонанса, а соответственно перемещение средней части плунжера 5 по направлению от активного кристалла 1 и крайних частей плунжера 6 и кристаллу - к ее увеличению для типа колебаний накачки.

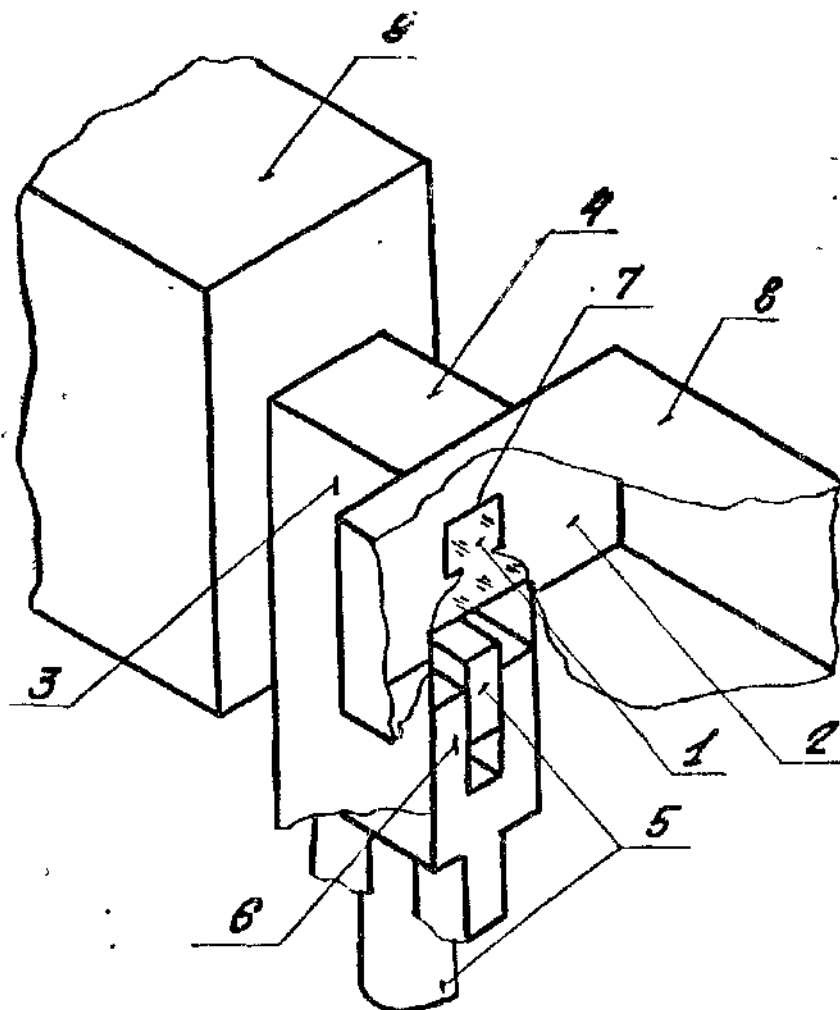
Таким образом, путем перемещения средней 5 и крайних 6 частей плунжера в противоположных направлениях достигается настройка резонатора квантового усилителя на частоту

накачки при сохранении резонанса на частоте сигнала.

Положительный эффект, по сравнению с прототипом, заключается в достижении низкого уровня мощности накачки, требуемой для работы квантового усилителя в диапазоне его частотной перестройки. Уменьшение уровня требуемой мощности накачки приводит к уменьшению расхода жидкого гелия, используемого для охлаждения квантового усилителя, позволяет увеличить экономичность и срок службы.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Квантовый усилитель резонаторного типа, содержащий помещенный в корпус прямоугольной формы активный кристалл, ограниченный металлическими стенками, одна из которых представляет настроечный плунжер, а две другие противолежащие стенки имеют отверстия связи с волноводом накачки и сигнала, отличающийся тем, что, с целью увеличения срока и службы и экономичности за счет уменьшения мощности накачки, настроечный плунжер выполнен из трех частей, при этом средняя часть соединена с одним приводом перемещения, а две другие с другим приводом перемещения, все части плунжера установлены в соприкосновении по плоскостям, параллельным широкой стенке волновода сигнала, а противолежащая плунжеру металлическая стенка параллельна широкой стенке волновода накачки.



Редактор Н. Каменская      Составитель О. Исаева  
Техред А. Кравчук      Корректор Л. Пилипенко

Заказ 983/ДСП                      Тираж                      Подписное  
ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Пронзводствена-підприємський комбінат "Патент", м. Ужгород, ул. Гагарина, 101