DOI: 10.17117/na.2016.10.03.030

<http://ucom.ru/doc/na.2016.10.03.030.pdf>

Поступила (Received): 02.10.2016

Астахов Л.Д., Примакова О.В., Волощенко П.Ю. **Влияние схемы параллельного соединения** **мезаструктур на возбуждение двухэлементного** **лавинно-пролетного диода**

Astakhov L.D., Primakova O.V., Voloshchenko P.Yu.
Influence circuit connected in parallel to the excitation
of two-element mesa structures IMPATT

В работе рассмотрены условия малосигнального возбуждения рабочих и паразитных автоколебаний в ЛПД с двумя параллельно включенными тождественными мезаструктурами и симметричной схемой их соединения при включении диода в одноконтурный генератор

Ключевые слова: мезаструктура, эквивалентная схема ЛПД

The paper discusses the conditions of small-signal excitation of parasitic workers and self-oscillations in IMPATT with two parallel-connected identical mesa and symmetrical scheme of their connection with the diode is turned on in the single-loop generator

Key words: mesa, equivalent circuit IMPATT

Астахов Лев Дмитриевич

Магистр

Института Нанотехнологий, электроники и приборостроения Южного федерального университета

г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44

Astakhov Lev Dmitrievich

Master

College of electronics and electronic equipment engineering Southern federal university

Taganrog, Nekrasovsky lane, 44

Примакова Ольга Викторовна

Магистр

Института Нанотехнологий, электроники и приборостроения Южного федерального университета

г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44

Primakova Olga Viktorovna

Master

College of electronics and electronic equipment engineering Southern federal university

Taganrog, Nekrasovsky lane, 44

Волощенко Пётр Юрьевич

Кандидат технических наук, доцент

Института Нанотехнологий, электроники и приборостроения Южного федерального университета

г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44

Voloshchenko Peter Yurievich

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor

College of electronics and electronic equipment engineering Southern federal university

Taganrog, Nekrasovsky lane, 44

Для увеличения отдаваемой мощности ЛПД без существенного ухудшения КПД и тепловых свойств прибора широко используют параллельное включение нескольких мезаструктур в одном диодном корпусе. При разработке таких многоэлементных ЛПД представляет интерес влияние электрической схемы

соединений мезаструктур (с общим выводом и между собой) на режимы работы отдельных структур, а, следовательно, на отдаваемую мощность и устойчивость генерации ЛПД. Анализ этих вопросов в литературе отсутствует, хотя возможность возникновения неустойчивости при параллельном включении мезаструктур обсуждалась в [1], а влияние параметров соединительных элементов на величину и характер отдаваемой мощности многоэлементного ЛПД экспериментально.

Поэтому в работе рассмотрены условия малосигнального возбуждения рабочих и паразитных автоколебаний в ЛПД с двумя параллельно включенными тождественными мезаструктурами и симметричной схемой их соединения при включении диода в одноконтурный генератор. При анализе математической модели ЛПД приняты следующие допущения: соединительные элементы характеризуются только индуктивным и омическим сопротивлением, мезаструктуры считаются тождественными. На основе полученных выражений для пусковых токов соответствующих автоколебаний сформулирован критерий устойчивости двухэлементного ЛПД относительно максимального паразитного самовозбуждения. Обсуждался также метод стабилизации диода относительно рассмотренного типа неустойчивостей, заключающийся в соединении двух мезаструктур перемычкой с малым импедансом. Результаты проведенного анализа сравнивали с экспериментальными данными по малосигнальному возбуждению двухэлементного ЛПД, помещенного в одноконтурный измерительный резонатор.

Рис. 1 (а,б). Малосигнальные эквивалентные схемы двухэлементного ЛПД

На рисунке 1(а,б) показаны малосигнальные эквивалентные схемы двухэлементного ЛПД с симметричным включением мезаструктур и автогенератора на таком ЛПД, полученные на основе принятых допущений и позволяющая учесть различные способы соединений структур (с перемычкой или без нее) где: для малых гармонических токов каждая из структур представляется малосигнальным импедансом Z_e ; Z_c – характеризует импедансы проволочек, соединяющих обе мезаструктуры с металлическим фланцем корпуса диода (общий вывод); Z_p – суть импеданс перемычки, соединяющей мезаструктуры между собой; Z_1, Z_2, Z_3 – эквивалентные сопротивления, полученные при преобразовании “треугольника” импедансов Z_c, Z_p в “звезду”; Z_k – импеданс внешнего контура.

При проведении измерений на СВЧ использовали одноконтурный коаксиально-волноводный резонатор, аналогичный описанному в работе [2]. В ходе экспериментов определяли токовую зависимость и спектр генерируемой мощности как для двухэлементных приборов, так и для каждой мезаструктуры в отдельности, для чего в ЛПД поочередно отключали одну из двух структур. При каждом фиксированном значении тока питания диода резонатор подстраивали с целью получения максимальной мощности генерации. На рисунке 2 приведены экспериментальные токовые зависимости генерируемой мощности ЛПД и соответствующие схемы соединений мезаструктур.

Для всех представленных кривых, за исключением нижней (включение двух мезаструктур без перемычки), возбуждение и генерация ГЛПД носили обычный характер. В последнем случае спектр генерируемой мощности был близок к монохроматическому, однако частота колебаний (13,9 ГГц) на несколько ГГц превышала рабочую частоту генератора, и при фиксированном значении тока питания ЛПД практически не зависела от положения диода в коаксиальной линии, наличия $\lambda/4$ – трансформатора и величины связи резонатора с нагрузкой. В то же время частота колебаний была весьма чувствительна к изменению тока питания ЛПД (крутизна токовой перестройки частоты составляла приблизительно 10 МГц/мА). На основании этих данных был сделан вывод, что возникающая неустойчивость связана с рассмотренным выше паразитным самовозбуждением двухэлементного ЛПД, а не обусловлена наличием паразитных резонансов в высокочастотной цепи генератора.

Рис. 2. Экспериментальные токовые зависимости генерируемой мощности ЛПД

Таким образом, теоретические и экспериментальные исследования характеристик ЛПД с двумя мезаструктурами, помещенными в одноконтурных СВЧ резонатор, проводились с целью выяснения возможности подавления паразитных колебаний и регулировки параметров соединительной проволоочки для подстройки частотных характеристик приборов, резонансные и нелинейные режимы работы активных элементов не рассматривались.

Список используемых источников:

1. Астахов Л.Д., Примакова О.В., Волощенко П.Ю. Исследование однородной электронной цепи СВЧ // Достижения вузовской науки. Новосибирск: Центр развития научного сотрудничества. С. 124-129.
2. Волощенко П.Ю., Волощенко Ю.П. Основы системного моделирования электрической структуры интеграции сверхбыстродействующих электронных приборов. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2014. 94 с.
3. Астахов Л.Д., Примакова О.В., Волощенко П.Ю. Резистивно-негатронная модель лавинно-пролетного диода // Научный альманах. 2015. С. 675-678.
4. Астахов Л.Д., Примакова О.В., Волощенко П.Ю. Исследование входного импеданса одномерной электронной цепи // Естественные и технические науки. М.: Спутник +. С. 24-26.

© 2016, Астахов Л.Д., Примакова О.В.,
Волощенко П.Ю.

*Влияние схемы параллельного соединения
мезаструктур на возбуждение
двухэлементного лавинно-пролетного диода*

© 2016, Astakhov L.D., Primakova O.V.,
Voloshchenko P.Yu.

*Influence circuit connected in parallel to the
excitation of two-element mesa structures IMPATT*