

Розробка фізико-технічних засад бар'єрних мікро- та наноструктур пристроїв оброблення сигналів

Разработка физико-технических основ барьерных микро- и наноструктур устройств обработки сигналов

Physical and technical foundations development of signal processing devices barrier micro- and nanostructures

1. Номер державної реєстрації теми - 0117 U 002323

2. Науковий керівник - д.т.н., проф. Нелін Є. А., Нелин Е. А., Nelin Evgeniy A.

3. Суть розробки, основні результати.

(укр.)

Розроблений метод входних імпедансних характеристик дозволяє отримати нові знання про хвильові властивості бар'єрних мікро- та наноструктур і на цій основі — нові ефективні технічні рішення. Як заснований на імпедансі метод узагальнений для хвильових структур будь-якої природи. Запропонований та розроблений метод імпедансних δ -неоднорідностей поєднує переваги імпедансного підходу та локально зосереджених властивостей δ -функції. Для багатьох структур рішення аналітичні. Запропоновані та розроблені δ -моделі реактивних елементів та коливальних структур збагачують теоретичний фундамент поодиноких та періодичних хвильових структур. На відміну від відомих моделей δ -моделі точні без обмежень по частоті. На основі δ -моделей реактивних елементів та коливальних структур розроблено δ -моделі частотних фільтрів, які спрощують моделювання та дозволяють розробити рішення з покращеною вибірністю та конструктивними параметрами.

Практична реалізація отриманих результатів спрямована на створення новітніх пристроїв оброблення сигналів. Розроблено одно- та тривимірні комп'ютерні моделі мікросмужкових частотних фільтрів на основі традиційних та запропонованих авторами електромагнітнокристалічних квазізосереджених реактивних елементів в програмних пакетах Mathcad та CST Microwave Studio. Досліджено особливості характеристик електромагнітнокристалічних розімкнутих шлейфів як квазізосереджених ємностей. Запропоновано конструкцію фільтра нижніх частот з розімкнутими шлейфами з суттєвим покращенням подавлення сигналів у смузі подавлення у порівнянні з традиційним рішенням. Розроблено зразки фільтрів та проведено їх експериментальне дослідження.

(рос.)

Разработанный метод входных импедансных характеристик позволяет получить новые знания о волновые свойства барьерных микро- и наноструктур и на этой основе — новые эффективные технические решения. Как основанный на импедансе метод универсальный для волновых структур любой природы. Предложенный и разработанный метод импедансных δ -неоднородностей сочетает преимущества импедансного подхода и локально сосредоточенных свойств δ -функции. Для многих структур решения аналитические. Предложенные и разработанные δ -модели реактивных элементов и колебательных структур обогащают теоретический фундамент одиночных и периодических волновых структур. В отличие от известных моделей δ -модели точные без ограничений по частоте. На основе δ -моделей реактивных элементов и колебательных структур разработаны δ -модели частотных фильтров, которые упрощают моделирование и позволяют разработать решения с улучшенной избирательностью и конструктивными параметрами.

Практическая реализация полученных результатов направлена на создание новейших устройств обработки сигналов. Разработаны одно- и трехмерные компьютерные модели микрополосковых частотных фильтров на основе традиционных и предложенных авторами электромагнитнокристаллических квазисосредоточенных реактивных элементов в программных пакетах Mathcad и CST Microwave Studio. Исследованы особенности

характеристик електромагнітнокристаллических разомкнутых шлейфов как квазисосредоточенных емкостей. Предложена конструкция фильтра нижних частот с разомкнутыми шлейфами с существенным улучшением подавления сигналов в полосе подавления по сравнению с традиционным решением. Разработаны образцы фильтров и проведено их экспериментальное исследование.

(англ.)

The developed method of input impedance characteristics allows to obtain new knowledge about the wave properties of barrier micro- and nanostructures and, on this basis, new effective technical solutions. As an impedance-based method, it is universal for wave structures of any nature. The proposed and developed method of impedance δ -inhomogeneities combines the advantages of impedance approach and locally lumped properties of δ -function. For many structures solutions are analytical. Proposed and developed δ -models of reactive elements and oscillatory structures enrich the theoretical foundation of single and periodic wave structures. Unlike well-known models δ -models are accurate without frequency restrictions. On the basis of δ -models of reactive elements and oscillatory structures δ -models of frequency filters are developed that simplify modeling and allow developing solutions with improved selectivity and design parameters.

Practical realization of the results is aimed at creating the newest signal processing devices. One- and three-dimensional computer models of microstrip frequency filter were developed on the basis of traditional and proposed by the authors electromagnetocrystal quasi-reactive elements in the Mathcad and CST Microwave Studio software packages. Characteristics features of open-circuited stubs as quasi-lumped capacitances are investigated. The design of a low-pass filter with open-circuited stubs with a significant improvement in the suppression of signals in the suppression band compared with the traditional solution is proposed. Filter layouts are developed and their experimental research are conducted.

4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.

1. Зінгер Я. Л., Первак С. Г., Первак Е. О., Адаменко Ю. Ф., Адаменко В. О., Нелін Є. А. Мікросмужковий фільтр нижніх частот. Патент на корисну модель № 134905,. Опубл. 10.06.2019, бюл. №11/2019.

2. Нелін Є. А., Первак С. Г. Мікросмужковий фільтр нижніх частот. Патент України на корисну модель № 136626,. Опубл. 27.08.2019, бюл. №16/2019.

5. Порівняння зі світовими аналогами.

Рівень розробки перевищує світовий. Технічні параметри пристроїв суттєво вищі у порівнянні з відомими. Так, подавлення сигналів покращується на 20...40 дБ, а габарити зменшуються в 1,5...2 рази.

6. Економічна привабливість для просування на ринок.

Орієнтовна сума інвестицій — 300 тис. грн. Термін реалізації проекту — 6 місяців.

7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації).

Результати роботи можуть бути реалізовані на підприємствах радіоелектронного профілю (ДП завод "Арсенал", НВП "Сатурн" та ін.).

8. Стан готовності розробки.

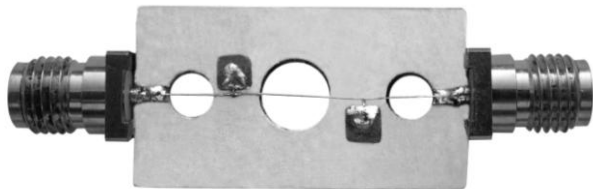
Стадія готовності розробки — лабораторний зразок, технічна документація.

9. Існуючі результати впровадження.

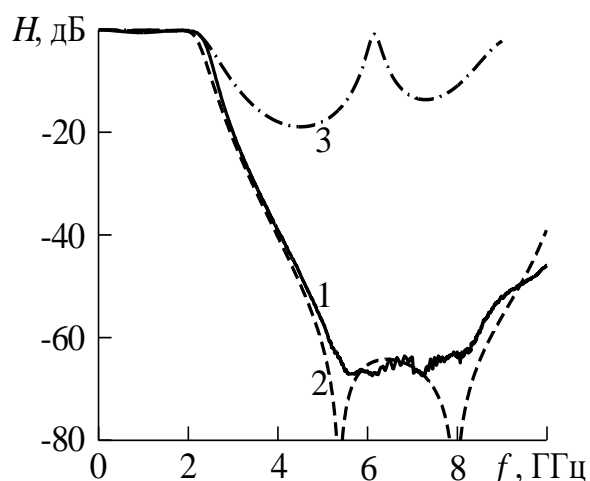
Результати розробки впроваджено у науково-виробничому підприємстві ТОВ «Авіарм».

10. Назва організації, телефон, e-mail

11. Фото розробки. Характеристики.



Фільтр нижніх частот.



Амплітудно-частотні характеристики:
1 — експериментальна, 2 — розрахункова,
3 — аналога.

12. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання

1. Первак С. Г., Зінгер Я. Л., Адаменко Ю. Ф., Адаменко В. О., Нелін Є. А. Мікросмужкові тривимірні ємнісні шлейфи. Вісник НТУУ «КПШ». Серія Радіотехніка. Радіоапаратобудування, 2019, № 77, с. 30-35.

2. Нелін Є. А., Зінгер Я. Л., Попсуй В. И. Фильтры нижних частот на основе кристаллоподобных неоднородностей // Известия вузов. Радиоэлектроника, 2018, т. 61, № 5, с. 284-293.

3. Зінгер Я. Л., Адаменко Ю. Ф., Адаменко В. О., Нелін Є. А. Порівняння результатів три- та одновимірного моделювання мікросмужкових фільтрів нижніх частот. Вісник НТУУ «КПШ». Серія Радіотехніка. Радіоапаратобудування, 2017, № 70, с. 56-61.

13. Ключові слова до розробки

Кристаллоподібні неоднорідності, мікросмужковий фільтр.