

Створення теоретичних основ аподизованих кристалоподібних структур пристроїв обробки сигналів

Создание теоретических основ аподизованных кристаллоподобных структур устройств обработки сигналов

Creation of theoretical bases of apodized signal processing devices crystal-like structures

1. Номер державної реєстрації теми - 0114U000578,

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

3. Суть розробки, основні результати.

(укр.)

Створено фундаментальні фізико-математичні засади складних хвильових структур, необхідні для дослідження і розробки складних кристалоподібних структур, а також пристроїв обробки сигналів на їх основі. Розроблено узагальнену імпедансну модель бар'єрних структур різної хвильової природи. При аналізі структур імпедансна модель дозволяє скористатися апаратом теорії неоднорідних ліній передачі. На основі імпедансної моделі встановлено закономірності взаємодії хвиль різної природи з складними структурами, умови резонансного проходження, зокрема тунелювання, хвиль, отримано аналітичні залежності для власних значень частоти та енергії (у випадку квантово-механічних структур) та інших параметрів. Розроблено узагальнену модель трансверсального фільтра для моделювання кристалоподібних структур з довільною імпедансною залежністю. Узагальнена модель трансверсального фільтра відрізняється можливістю її застосування для синтезу складних хвильових структур різної природи з заданими характеристиками. На основі цієї моделі запропоновано, розроблено й апробовано методи амплітудної й фазової аподизації кристалоподібних структур для формування високоселективних характеристик пристроїв обробки сигналів.

(рос.)

Созданы фундаментальные физико-математические основы сложных волновых структур, необходимые для исследования и разработки сложных кристаллоподобных структур, а также кристаллоподобных устройств обработки сигналов. Разработана обобщенная импедансная модель барьерных структур разной волновой природы. При анализе структур импедансная модель позволяет воспользоваться аппаратом теории неоднородных линий передачи. На основе импедансной модели установлены закономерности взаимодействия волн разной природы со сложными структурами, условия резонансного прохождения, в частности тунелирования, волн, получены аналитические зависимости для собственных значений частоты и энергии (в случае квантово-механических структур) и других параметров. Разработана обобщенная модель трансверсального фильтра для моделирования кристаллоподобных структур с произвольной импедансной зависимостью. Обобщенная модель трансверсального фильтра отличается возможностью ее применения для синтеза сложных волновых структур разной природы с заданными характеристиками. На основе этой модели предложены, разработаны и апробированы методы амплитудной и фазовой аподизации кристаллоподобных структур для формирования высокоселективных характеристик устройств обработки сигналов.

(англ.)

Fundamental physics and mathematics principles of complex wave structures needed for research and development of complex crystal-like structures and signal processing devices based on them were created. The generalized impedance model of different wave nature barrier structures is developed. In the analysis of structures impedance model allows use of the nonuniform transmission lines theory. Based on the impedance model laws of different nature waves interaction with complex structures, passing resonant conditions, including tunneling, waves, analytical expressions for eigenvalues of frequency and energy (in the case of quantum-

mechanical structures) and other parameters are established. The generalized transversal filter model for modeling crystal-like structures with arbitrary impedance dependence was worked out. The generalized transversal filter model differ possibility of its application to the synthesis of complex wave structures of different nature with desired characteristics. Based on the model methods of amplitude and phase apodization of crystal-like structures to form a highly performance signal processing devices were proposed, developed and tested.

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

- Патент на корисну модель № 94871. Електромагнітнокристалічний пристрій / П. С. Біденко, А. І. Назарько, Є. А. Нелін, В. І. Попсуй // Бюл. № 23, 2014.

5. Порівняння зі світовими аналогами.

Результати відповідають світовому рівню. Підходи до аналізу й синтезу кристалоподібних структур пристроїв обробки сигналів на основі узагальнених імпедансної моделі й моделі трансверсального фільтра відрізняються від відомих методів суттєвим спрощенням моделювання, наочністю, можливістю використання аналогій з різних технічних областей.

6. Економічна привабливість для просування на ринок.

Результати роботи забезпечать суттєве (у рази, або на порядок) покращення технічних показників ефективності пристроїв обробки сигналів та систем на їх основі, що складає підґрунтя для відповідної економічної ефективності.

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

Заплановано використання створених теоретичних основ аподизованих кристалоподібних структур пристроїв обробки сигналів на підприємствах радіоелектронної галузі (ДП завод «Арсенал», НВП «Сатурн» та ін.).

8. Стан готовності розробки.

Створені теоретичні основи аподизованих кристалоподібних структур пристроїв обробки сигналів апробовано в макетах мікросмужкових фільтрів нижніх частот. Можливо виконання дослідно-конструкторських робіт по розробці конструкторсько-технологічної документації для серійного виробництва мікросмужкових фільтрів з різними амплітудно-частотними характеристиками.

9. Існуючі результати впровадження.

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

10. Форма участі інвестора (яка краща форма участі в реалізації результатів проекту інвестора: частка в проекті%, частка від прибутку%, інше)

11. Обсяг інвестицій (необхідна для результатів проекту сума інвестицій в доларах США).

12. Мета інвестицій (розширення бізнесу, створення нового підприємства, інше).

13. Назва організації, телефон, e-mail

НТУУ «КПІ», радіотехнічний факультет, кафедра радіоконструювання та виробництва радіоапаратури, 204-94-22, ye.nelin@gmail.com

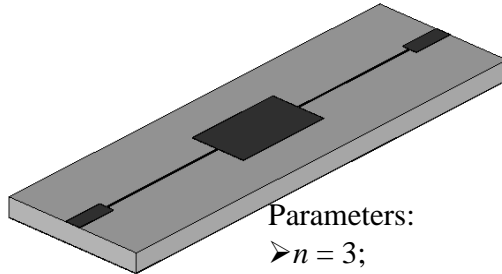
14. Слайди презентації

LP FILTER BASED ON COMBINED ECIs



Traditional LP filter

- Length: 26.7 mm

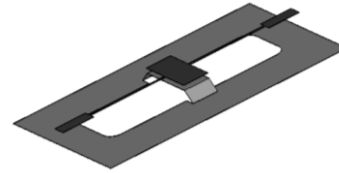


Parameters:

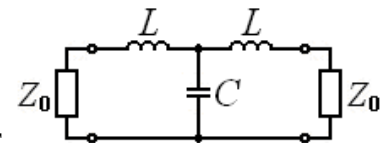
- $n = 3$;
- Chebyshev characteristic;
- $f_c = 1$ GHz;
- Passband ripple 0.1 dB;
- $L = 8.209$ nH $C = 3.652$ pF.

LP filter based on combined ECIs

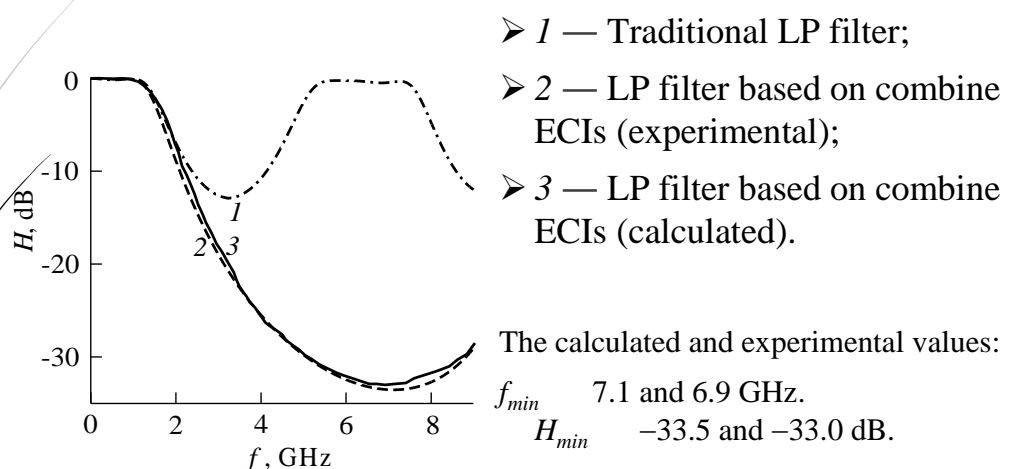
- Length: 17.2 mm



LP filter equivalent circuit:



TRANSFER CHARACTERISTICS OF LP FILTERS



15. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання

1. Водолазская М. В. Модель импедансных дельта-неоднородностей для микро- и наноструктур / М. В. Водолазская, Е. А. Нелин // Известия вузов. Радиоэлектроника. — 2014. — Т. 57, №5. — С. 25–34.
2. Гиндикина М. А. Входные импедансные характеристики барьерных структур / М. А. Гиндикина, М. В. Водолазская, Е. А. Нелин // Известия вузов. Радиоэлектроника. — 2015. — Т. 58, №7. — С. 48–56.
3. Биденко П. С. Квазисосредоточенные реактивные элементы на основе кристаллоподобных неоднородностей // П. С. Биденко, Е. А. Нелин, А. И. Назарько, Ю. Ф. Адаменко // Известия вузов. Радиоэлектроника. — 2015. — Т. 58, №11. — С. 49–56.

4. Нелін Є. А. Квантово-механічні структури з дельта-функціональним потенціалом / Є. А. Нелін, М. В. Водолазька // Наукові вісті НТУУ «КПІ». — 2014, № 1 (91). — С. 137–144.

5. Нелін Є. А. Порівняння традиційного та імпедансного методів моделювання квантово-розмірних структур / Є. А. Нелін, М. В. Водолазька // Вісник НТУУ «КПІ». Серія Радіотехніка. Радіоапаратобудування, 2014. — № 56. — С. 129–136.

6. Nelin E. Microwave Filter Based on Crystal-like Reactive Elements / E. Nelin, Y. Zinher // Перша науково-технічна конференція «РадіоЕлектроніка та ІнфоКомунікації», Україна, Київ, 11–16 вересня 2016 р. — 4 с.

7. Адаменко Ю. Ф. «Пристрої фільтрації на основі аподизованих електромагнітних кристалів»: Дис. канд. техн. наук. — Київ, 2014. — 123 с.

16. Ключові слова до розробки

Кристалоподібна структура, аподизація, мікросмужковий фільтр.