

КОНЦЕПЦІЯ ПОБУДОВИ ПРИСТРОЮ НА ПОВЕРХНЕВИХ АКУСТИЧНИХ ХВИЛЯХ ДЛЯ СИСТЕМ АДАПТИВНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ

Піддубний В. О.¹, к.т.н. доцент; Піддубний В. В.², інж.

*¹Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», Київ, Україна*

²Приватний підприємець, Київ, Україна

Адаптивна фільтрація — це напрямок сучасної обробки сигналів, що використовується в радіотехніці, зв'язку та інформаційних технологіях. В основі пристроїв адаптивної фільтрації лежить адаптивний фільтр, вагові коефіцієнти якого розраховуються в процесі його роботи або настройки [1]. Адаптивна фільтрація може виконуватися як аналоговим так і цифровим способом. Сьогодні в адаптивних пристроях використовуються в основному цифрові адаптивні фільтри. Ці пристрої є невід'ємними елементами систем зв'язку, радіо, гідро та підповерхневої локації. Причому їх високі технічні характеристики досягаються завдяки використанню адаптивної обробки сигналів і були б недсяжні без її використання.

Основою пристроїв адаптивної фільтрації є адаптивний фільтр. Відомо достатньо велика кількість адаптивних фільтрів виконаних на напівпровідникових великих та надвеликих мікросхемах. Однак через відносно низьку швидкодію вони не можуть обробляти високошвидкісні (понад 40 Мбіт/с) сигнали [2]. На теперішній час тільки пристрої на поверхневих акустичних хвилях (ПАХ) дозволяють вирішити вказану проблему, тому що можуть обробляти сигнали з швидкостями до 60 Мбіт/с в частотному діапазоні до одиниць гігагерц [3].

Як відомо [4] існує подібність між нерекурсивними трансверсальними цифровими фільтрами, вперше запропонованими Калманом, та фільтрами на ПАХ. Нерекурсивні фільтри мають N відводів, розділених лініями затримки, причому кожний відвід характеризується ваговим коефіцієнтом a_N . Вхідний сигнал, який поступає на фільтр, перемножається на коефіцієнт a_1 і результат множення приходить на спільний вихід. Потім вхідний сигнал проходить лінію затримки, перемножається на коефіцієнт a_2 , а результат множення складається з сигналом, який прийшов на перший відвід. З проходженням сигналу через всі лінії затримки, зняті з відводів сигнали множаться на коефіцієнти a_N , складаються та формують сигнал на виході фільтра.

Як відомо адаптивні фільтри реалізуються шляхом зміни вагових коефіцієнтів відповідно до функції оптимізації за одним із відомих алгоритмів [1]. В фільтрах на ПАХ зміна коефіцієнтів відбувається шляхом аподизації (зміни перекриття сусідніх електродів за функцією, що визначається критерієм аподизації) зустрічно-штирових перетворювачів (ЗШП) фільтра.

Тобто створивши адаптивну аподизацію можна створити адаптивний ПАХ фільтр.

Це реалізується декількома шляхами. По-перше, можна створити багатовідвідну лінію затримки (БЛЗ), до виводів якої підключено каскади з регульованим коефіцієнтом підсилення. Такі фільтри використовують багатовідвідні лінії затримки на ПАХ з кількістю відводів до 200, на основі яких будується трансверсальний фільтр функцією передачі, що регулюється. Реалізація такого фільтру достатньо складна тому, що вимагає жорстких вимог до групового часу затримки (ГЧЗ) сигналу (нерівномірність ГЧЗ не повинна перевищувати 20% та нерівномірність АЧХ (0,3–0,5 дБ) для кожного з відводів). Це накладає жорсткі вимоги до технології виготовлення БЛЗ.

По-друге, в деяких конструкціях адаптивних фільтрів широкосмугова БЛЗ замінюється гребінкою з N вузькосмугових фільтрів, виконати які технологічно простіше. На виході фільтрів формується N синфазних та квадратурних підканалів, до яких підключені підсилювачі з регульованим коефіцієнтом підсилення. Керуючи коефіцієнтом підсилення можна формувати довільну АЧХ та ФЧХ. Прикладом подібного адаптивного фільтра є фільтр, розглянутий в [5].

В фільтрах на ПАХ, зазвичай, як звукопровід використовуються різні монокристалічні п'єзоелектричні матеріали (кварц, ніобат літію та інші). Кожен з них має свої недоліки та переваги. Так, наприклад, кварц не дозволяє отримати мале затухання сигналу в смузі пропускання без використання кіл узгодження, а використання ніобату літію, завдяки високому коефіцієнту електромеханічного зв'язку, призводить до значного рівня вторинних паразитних ефектів (паразитна об'ємна хвиля, дифракція та інше) [4].

Тому останнім часом є перспективним використання ізотропних п'єзоелектричних матеріалів, збудження ПАХ в яких здійснюється за допомогою ЗШП, виконаних на тонких п'єзоелектричних плівках [6]. Як п'єзоелектричний матеріал в таких плівках достатньо часто використовуються високоякісні плівки оксиду цинку з переважною (90–98%) орієнтацією осі C кристалітів перпендикулярно поверхні звукопроводу.

Існує два способи збудження ПАХ в плівках оксиду цинку: збудження ПАХ в тонких плівках з $h/\lambda \approx 0,03$, де h — товщина плівки, λ — довжина ПАХ, що вимагає металевого покриваючого електроду, та в плівках з відношенням $h/\lambda \approx 0,4$, який ефективно працює без покриваючого електроду. Отже, аподизація тонкоплівкових перетворювачів може здійснюватися двома способами: зміною форми покриваючого металевого електроду, який закорочує тангенціальну складову електричного поля ЗШП, та зміною конфігурації самої п'єзоелектричної плівки.

Якщо покриваючий електрод виготовити з фоточутливого напівпровідника, то можна створити смуговий фільтр з оптично керованою функцією

передачі, тобто створити фільтр зручний для використання в пристроях адаптивної обробки сигналу. Для цього необхідно над покриваючим електродом встановити джерело світлового випромінювання, форма світлового потоку якого керується мікропроцесором у відповідності до алгоритму обробки сигналу.

Таким чином, в роботі запропонована концепція побудови тонкоплівкового фільтра на поверхневих акустичних хвилях для адаптивної обробки сигналів.

Література

1. Джиган В. И. Адаптивные фильтры и их приложения в радиотехнике и связи / В. И. Джиган // Современная электроника. — 2009. — № 9. — С. 56—63 (часть 1); 2010. № 1. С. 72—77 (часть 2); 2010. № 2. С. 70—77 (часть 3).
2. Уидроу Б., Стирнз С. Адаптивная обработка сигналов / Б. Уидроу, С. Стирнз; пер. с англ. — М. : Радио и связь, 1989. — 440 с. — ISBN 5-256-00180-90.
3. Коуэн К. Ф. Н. Адаптивные фильтры / К. Ф. Н. Коуэн, П. М. Грант; пер. с англ. — М. : Мир, 1988. — 392 с.
4. Мэттьюз Г. Фильтры на поверхностных акустических волнах / под ред. Г. Мэттьюза; пер. с англ. — М. : Радио и связь, 1981. — 472 с.
5. Патент №219460 Российская Федерация, МПК H03H9/64, H01P1/20. Устройство на поверхностных акустических волнах с регулируемой комплексной функцией передачи / Ерофеев М.П., заявитель и патентообладатель Ростовский-на-Дону НИИ радиосвязи. — №2000121885/09 ; заявл. 16.08.00 ; опубл. 10.12.2002, Бюл. №26 (II ч.).
6. Балышева О. Л. Материалы для акустоэлектронных устройств / О. Л. Балышева. — СПб. : ГУАП, 2005. — 50 с.

Анотація

Вказані недоліки цифрових адаптивних фільтрів та зв'язок між цифровими фільтрами та фільтрами на поверхневих акустичних хвилях (ПАХ). Розглянуті переваги використання ПАХ фільтрів для адаптивної фільтрації та можливі їх конструкції. Запропонована концепція побудови тонкоплівкового адаптивного фільтра на ПАХ.

Ключові слова: Адаптивна фільтрація, фільтри на ПАХ, плівки оксиду цинку.

Аннотация

Показаны недостатки цифровых адаптивных фильтров и связь между цифровыми фильтрами и фильтрами на ПАВ. Рассмотрены преимущества использования ПАВ фильтров для адаптивной фильтрации и возможные их конструкции. Предложена концепция построения тонкопленочного адаптивного фильтра на ПАВ.

Ключевые слова: Адаптивная фильтрация, фильтры на ПАВ, пленки окиси цинка.

Abstract

Shortcomings of digital adaptive filters and communication between digital and SAW filters are shown. Advantages of use of SAW of filters to an adaptive filtration and their possible designs are considered. The concept of creation of the thin-film adaptive SAW filter is offered.

Keywords: Adaptive filtration, SAW filter, oxide films to zinc.