

Власник документу:
Бевза Олег Миколайович

ID перевірки:
1004017889

Дата перевірки:
13.06.2020 14:42:43 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
13.06.2020 16:12:52 EEST

ID користувача:
90740

Назва документу: 2020-bachelor-EDS_Ihnatenko_NVCH_peretvoryuvach_fch

ID файлу: 1004030970 Кількість сторінок: 30 Кількість слів: 11218 Кількість символів: 81754 Розмір файлу: 90.52 KB

2.97% Схожість

Найбільша схожість: 1.99% з джерело https://ed.kpi.ua/wp-content/uploads/Mastertheses/2018/Bitov_M.pdf

2.69% Схожість з Інтернет джерелами 25 Page 32

1.38% Текстові збіги по Бібліотеці акаунту 39 Page 32

0% Цитат

Не знайдено жодних цитат

0% Вилучень

Вилучений текст відсутній

Підміна символів

Заміна символів 7

Олександр ІГНАТЕНКО

ДОСЛІДЖЕННЯ НВЧ ПЕРЕТВОРЮВАЧА ЧАСТОТИ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВО АКУСТИЧНИХ ХВИЛЬ

АНОТАЦІЯ

В дипломному проєкті представлено огляд науково - технічної літератури по пристроям на поверхневих акустичних хвилях, їх специфікації, перспективи розвитку та конструктивні особливості. Показано перспективу використання таких пристроїв для систем із активними радіочастотними ідентифікаторами. Приведено результати дослідження фізико-математичної моделі опорного генератора та результати розрахунку параметрів та характеристик зустрічно - штирьового перетворювача. Результати експериментальних випробувань відрізняються від теоретичних розрахунків на 15-20% а саме:

АЧХ та ФЧХ каналів ліній затримки ЛЗ-1 та ЛЗ-2 опорного ПАХ-генератора від теоретичної моделі спадання характеристики функцій $|(\sin x) / x |$ у децибелах; теоретична та експериментальна функції перетворення вимірювального перетворювача; теоретична та експериментальна функції залежності фазового зсуву вихідного сигналу ЛЗ на ПАХ. Розроблена конструкція, структурна, функціональна та електрична принципова схеми пристрою активного радіочастотного ідентифікатора на поверхневих акустичних хвилях матеріалу п'єзокераміки та звукопроводом ніобату літїу YZ - перерізу на основі дослідження науково – технічної літератури по пристроям радіочастотної ідентифікації (RFID) на поверхнево – акустичних хвилях (ПАХ) на прикладі активного ідентифікатора на ПАХ, який забезпечує виконання наступних функцій:

- Робоча частота $f_{\text{н}}=860 \text{ MHz}$;
- Кількість частот кодування – 8
- Фазова швидкість ПАХ $v=3488 \text{ м/с}$
- Тривалість сигналу радіо запиту – 0,5 мкс.

ANNOTATION

The diploma project presents a review of scientific and technical literature on devices on surface acoustic waves, their specifications, development prospects and design features. The prospect of using such devices for systems with active radio frequency identifiers is shown. The results of research of physical and mathematical model of reference generator and results of calculation of parameters and characteristics of counter - pin converter are given. The results of experimental tests differ from theoretical calculations by 15-20%, namely:

Frequency response and frequency response channels of the delay lines LZ-1 and LZ-2 of the reference SAW generator from the theoretical model of decreasing characteristic characteristics $|(\sin x) / x |$ in decibels; theoretical and experimental conversion functions of the measuring transducer; theoretical and experimental functions of the dependence of the phase shift of the output signal of the device on the SAW. The design, structural, functional and electrical schematic diagrams of the device of active radio frequency identifier on surface acoustic waves of

1

piezoceramic material and sound lithium niobate conductor YZ - cross section based on research of scientific and technical literature on radio frequency identification devices (RFID) on surface waves) on the example of the active identifier on the SAW, which provides the following functions:

- Operating frequency $f_n = 860\text{MHz}$; $f_v = 960\text{MHz}$
- The number of encoding frequencies is 8
- The phase velocity of the SAW $v = 3488\text{ m / s}$
- The duration of the radio request signal is 0.5 μs .

ВСТУП

Технології ПАХ складають нову область в розвитку електронних пристроїв та приладів. В основу даної галузі лягають зусилля спеціалістів з технологій надвисоких частот, теорії пружності та радіотехніки надвисоких частот. Завдяки спільним зусиллям спеціалістів у цій галузі даний вид електроніки стрімко набирає обертів в наші дні.

Дані технології знайшли своє застосування у системах радіолокації та системах обробки сигналів. В принципі фізика ПАХ і була розроблена завдяки її розвитку у системах обробки сигналів.

Очевидно, низька швидкість розповсюдження та мала довжина хвилі дозволяють набагато простіше здійснювати операції з обробки сигналів, набагато простіше, аніж з допомогою будь якої іншої технології. Саме тому пристрої на поверхневих акустичних хвилях в спектрі частот 3-3000 МГц набагато практичніше, зокрема завдяки своїм порівняно малим розмірам та масі, а також ударостійкості.

Задля систематизованого розкриття усіх можливих технічних характеристик даних пристроїв доцільно зробити розподіл по класифікації. Класифікація дозволить найбільш обширно розкрити функціональні можливості пристроїв на ПАХ у сучасному світі а також натякнути на їх перспективи у майбутньому. Для початку розділимо їх на однофункціональні елементи та багатофункціональні пристрої обробки даних.

1. Однофункціональні елементи включають у себе лінії затримки, резонатори а також фільтри на поверхневих акустичних хвилях. Дані елементи можуть бути виділені у окремі класи. Також до них можна віднести узгоджувальні елементи, суматори сигналів, фазообертачі, атенюатори. Крім того класи, що поділяються за функціональною ознакою можна поділити на підкласи. Клас Лінії Затримки включає у себе: лінію з однократною затримкою, багатовивідні та дисперсійні лінії затримки. У свою чергу Фільтри і Резонатори включають у себе: смугові фільтри і резонатори.

2. Багатофункціональні пристрої обробки сигналів включають фільтри фазо-модульованих і частотно - модульованих сигналів а також генератори чи підсилювачі сигналів на поверхнево акустичних хвилях. Багатофункціональні пристрої, звісно побудовані з багатьох однофункціональних елементів, котрі в сукупності роботи муж собою дають бажаний результат у роботі багатофункціонального приладу. Наприклад: узгожені фільтри складаються з сукупності багатовивідних ліній затримки, дисперсійних ЛЗ, суматорів,

фазообертачів і так далі. Багатофункціональні пристрої на ПАХ будуються по тому самому принципу, що і інші прилади у класичному розумінні. Завдяки взаємній відкаліброваній роботі елементарних елементів будується результат роботи даного виду приладів.

Лінії затримки на поверхневих хвилях є більш технологічним варіантом ніж ЛЗ на об'ємних хвилях. Цей факт дає змогу вважати, що перспективи розвитку на даному явищі порівняно більші, ніж у останньому.

Перейдемо до генераторів. Генератори на ПАХ працюють в діапазонах від одного до тисяч мегагерц. Дані технології також можна використати у телевізійній техніці. Технології на основі ПАХ значно спрощують процес операцій налаштування, а також суттєво підвищують процес складання та налагодження телевізорів.

Явище поверхневих акустичних хвиль представляє собою інтерес у створенні пристроїв прийому і обробки інформації. Їх суттєвий плюс у надійності, стабільній роботі, досить малих габаритах та сумісності із традиційною мікроелектронікою. Дані параметри вирішують багато зайвих задач, котрі потрібно брати до уваги при створенні пристроїв такого типу з допомогою інших явищ у електроніці.

Отже приведемо декілька прикладів домінування технології ПАХ над іншими, при створенні аналогічних пристроїв.

По перше: ПАХ мають низьку швидкість поширення хвиль. Приблизно у 10^5 разів менше за електромагнітну хвилю тієї самої частоти. Це означає, що функціональні пристрої на явищі ПАХ будуть мати менший розмір, а тому і масу, аніж класичні електромагнітні пристрої.

По друге: оскільки акустична хвиля поширюється уздовж твердого тіла - це дає змогу керувати нею упродовж всього її шляху по цьому тілу. А це дає змогу побудови на цьому принципі безлічі багатофункціональних пристроїв. Перспектива також визначається високою добротністю у п'єзокристалах а також стабільністю у їх роботі. У технології виготовлення теж є переваги: простота реалізації. Важливу роль грають ефективні методи збудження та приймання ПАХ а узгодження ПАХ елементів з іншою електронікою мінімально проблематичне.

При виготовленні багатофункціональних приладів на ПАХ використовуються такі ж сучасні технологічні методи, що і при виробництві **планарних** мікросхем. Цей факт дає змогу вважати, що сумісність даних приладів із традиційними приладами мікроелектроніки не є проблематичною.

Пристрої на ПАХ у комбінації з класичними приладами мікроелектроніки відкривають нові можливості у реалізації сучасної електроніки в цілому.

Завданням роботи є: розробка методики розрахунку пристроїв із багатовивідною лінією затримки на поверхневих акустичних хвилях з подальшим її проектуванням для апаратури профільного призначення із наступними параметрами:

- Робоча частота;
- Кількість частот кодування – 8

- Фазова швидкість ПАХ $v=3488$ м/с
- Звукопровід з ніоботу літію YZ - перерізу
- Тривалість сигналу радіо запиту – 0,5 мкс.

ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ПО ІНДЕФИКАТОРАМ НА ПАХ

1.1. Функціональні пристрої на ПАХ

Функціональні пристрої на ПАХ за своєю суттю поділяються на дві основні групи: пристрої на об'ємних акустичних хвилях та пристрої на поверхневих акустичних хвилях.

До пристроїв на об'ємних акустичних хвилях (ОАХ) відносяться вузькосмугові та широкосмугові лінії затримки відповідно. Також у цей список входять пристрої запам'ятовування частоти та генератори ОАХ. Діапазон частот пристроїв на ОАХ досягає максимального значення у 16 МГц. Максимальні значення часу затримки варіюють на десятках і сотнях мікросекунд. Мінімальні, відповідно 0,1...0,5 мікросекунд. Основна мета розвитку полягає у зниженні втрат, підвищенні діапазону робочих частот, придушенні паразитних сигналів.

Втрати лінії затримки складаються з подвоєних втрат перетворення. У діапазоні НВЧ дифракційними втратами можна знехтувати. Втрати перетворення від 16 до 25 дБ, питома затухання у монокристалі 0,1-0,2 дБ/мкс. На частоті 1ГГц 7-8 дБ

Одним із важливих параметрів пристроїв на ОАХ є рівень придушення сигналу, котрий був названий вище. Наприклад при малому часі затримки сигнал, що пройшов лінію затримки буде мати домішки паразитного сигналу, що був відбитий від торців діелектрика. Такий сигнал є акустичним і утворюється завдяки електромагнітному випромінюванню. Поява багатопролітних сигналів також пов'язана із відбиттям сигналу від торців. Придушення випромінювання виконується за допомогою зменшення прохідної ємності що досягається ретельним екрануванням на вході і виході перетворювача.

Придушення багатопролітних сигналів утворюється шляхом вибору правильного звукопроводу та вибором конструкції ЛЗ. Ці змінні забезпечують зменшення втрат в цілому.

Для дослідження можливості придушення багатопролітного сигналу розроблена низка способів, що запобігають відбивання сигналу від шорсткої поверхні звукопроводу. Дані методи дозволяють придушити багатопролітний сигнал з 1-4 децибел до 10-14 децибел включно.

Функціональні пристрої на даному ефекті знайшли своє застосування у приладах запам'ятовування та відтворення частоти, бортових датчиках, приладах визначення висоти а також радіолокаційних станціях.

Поверхневими акустичними хвилями називаються поверхневі пружні хвилі. Частоти цих хвиль відповідають області ультразвуку. Даний вид хвиль має ряд специфічних властивостей, що розкривають деякі нові можливості. Насамперед основною властивістю даного явища є керування ПАХ по всій

області поверхні. ПАХ утворені таким чином, що їх 90% енергії зосереджені у просторі глибиною не більше однієї хвилі. Загасання таких хвиль звичайно дуже мале. Загасання, в даному випадку буде залежати від вибору матеріалу, найбільш це помітно на високих частотах. Швидкість розповсюдження ПАХ 1...5 км/с. Це говорить про те, що швидкість розповсюдження ПАХ приблизно на п'ять порядків нижче, аніж у електромагнітних хвиль. Такий факт дозволить створити на їх основі інтегральні лінії затримки. Якщо тіло, на яке пустити ПАХ – має п'єзоелектричні властивості, тоді хвилі почнуть поширюватися по всьому об'єму цього тіла, супроводжується електричним полем. У свою чергу різні змінні електричного поля провокують поширення пружних деформацій по всьому об'єму цього тіла, що у свою чергу, за допомогою різних стаціонарних неоднорідностей дозволяє ефективно керувати процесом та напрямком поширення хвилі.

Використання ПАХ дозволило суттєво розширити функціональні властивості багатьох пристроїв. А саме завдяки комбінації явища поверхнево акустичних хвиль і класичних пристроїв на схемотехніці. Таке поєднання дозволяє комбінувати найкращі властивості і тих і тих пристроїв, для створення чогось більш нового та надійного у області акустoeлектронних приладів.

Значний інтерес до цієї області визначається особливостями перетворення і поширення ПАХ, а також успіхами у фотоелектронній, променевої літографії. В наші дні явище ПАХ представлено у великій кількості електронних пристроїв та приладів. Таких як: дисперсійні фільтри стиснення ЛЧМ - сигналу, пристрої запам'ятовування частоти, генератори, синтезатори частот та інші [1...12].

У полірованому п'єзоелектричному звукопроводі знаходиться передавальний-приймальний перетворювач. Такий перетворювач складає найпростішу ЛЗ чи фільтр на ПАХ. П'єзоелектричний звукопровід трансформує електричний сигнал в акустичну хвилю на вході чи на виході. Для уникнення паразитного відбиття на торцях - наносять поглинаюче покриття. З метою зменшення затухання на вході чи виході пристрою - прийнято застосовувати пасивні та активні узгоджуючі кола.

Перетворювач, узгоджуючі кола та звукопровід можуть бути виконані у одному корпусі задля зручності в експлуатації. У основу формування активних властивостей пристрою лягають частково-вибіркові процеси перетворення хвилі по входу і виходу пристрою. Амплітудно - частотна характеристика визначається законом зміни перекриття електродів.

При зміні геометрії планарної структури - можна регулювати форму заданої АЧХ. Загасання поверхнево акустичних хвиль при їх поширенні також є частотнозалежними, але у більшості випадків ця залежність не суттєва, а тому нею можна знехтувати. На дану залежність напряму впливає матеріал п'єзоелектрика. В основному функція передачі пристрою на Пах все одно залежить від передавального та приймального перетворювачів узгоджуючих кіл.

Отже, від періоду електродів залежить середня частота відповідно. Дана середня частота існує у границях, що відповідають, по перше, від технологій виготовлення перетворювачів, по друге: від розмірів наявних кристалів. Так, від технологій виготовлення перетворювачів залежить верхня границя, що складає 300...50МГц при використанні звичайної літографії, так 1500...2000МГц при

використанні електронної літографії. Швидкість ПАХ, як вже говорилося раніше - складає 1...5 км/с, а смуга пропускання обернено пропорційна числу електродів в перетворювачі та може бути реалізована у межах від 0,1 % до 100 %. Смуга пропускання фільтрів на ПАХ- резонаторах також може бути зменшена до 0.01 % [8].

1.2.Огляд фільтрів на поверхнево акустичних хвилях

Фільтри на поверхнево акустичних хвилях відносяться до класу транвенсальні. Так, процес фільтрації даними багатофункціональними пристроями - можна описати як процес селекції частот. Так воно і є. Смугою пропускання – пропускається смуга частот, у той час коли смуга затримки пригнічує інші частоти. Нижче приведемо загальний вигляд функціонального пристрою на ПАХ.

Рис. 1.1. Пристрій ПАХ. 1 – узгоджувачий пристрій; 2 - перетворювач; 3 - звукопровід; 4 - поглинач акустичний

Звичайні фільтри, що працюють з допомогою індуктивності та ємності - мають смуги пропускання, що формуються за рахунок індуктивних та ємнісних ефектів у різного роду колах схеми.

Резонанси у таких схемах можна спостерігати на певних частотах, що визначають себе за допомогою ємності та індуктивності реактивних елементів. За допомогою комбінацій цих дискретних елементів можна отримати деяку частотну характеристику.

Фільтрація реалізується шляхом проходження сигналу через ряд ЛЗ із додаванням відповідних затриманих сигналів. Всі сигнали додаються або синфазно або протифазно. Схема, що показує як само проходить сигнал крізь такий фільтр показана на Рис.1.2.

Рис 1.2. Транвенсальний фільтр

Фільтри даного типу все більше і більше знаходять своє застосування у радіолокаційній техніці та техніці зв'язку. Робота реалізується наступним чином: якщо необхідно знайти один конкретний сигнал, рівень якого нижче рівня шуму і ми знаємо попередньо його структуру, тоді можна використовувати, наприклад, вузькосмуговий фільтр. Такий фільтр виділяє вузькосмуговий сигнал та помножує його амплітуду. За рахунок помноженої амплітуда також збільшується відношення сигнал/шум, що апріорі робить якість сигналу кращим, по факту.

Інший приклад, якщо сигнал то є цифровий код, тоді дане відношення сигнал/ шум можна збільшити завдяки узгодженому до цього сигналу фільтром.

Даний вид фільтра несе назву кореляційний . Загалом такі фільтри дозволяють запускати у них довгий узгоджений код, а на виході мати

6

стиснутий вихідний імпульс. По причині того, що енергія обох сигналів на виході і вході буде однакова - маємо вихідний імпульс з значно вищою амплітудою, ніж у вхідного. У цьому випадку шум буде передаватись зовсім інакше. Оскільки фільтр не узгоджений з шумом - відношення сигнал/ шум буде також зростати.

Щодо усування викривлень - існують інші типи транвенсального фільтра. Якщо телевізійний сигнал містить викривлення у вигляді відбивання його від будівель, які можна назвати паразитними у даному випадку, можна створити зворотній фільтр.

Зворотній фільтр буде виконувати роль оберненого процесу задля усунення небажаного відбиття. За таким же принципом у лінійній системі фільтр буде усувати небажані відбиття сторонніх телевізійних сигналів, що піддався такому самому викривленню.

Широко поширені у використанні сигнали на внутрішньо-імпульсній лінійній частотній модуляції (ЛЧМ). Імпульси приблизно однакової та постійної амплітуди, але у змінній з часом частотою заповнення на визначеній частотній смузі [1, 4, 8, 10, 11]. Для сигналів такого типу також представляється можливим створити узгоджений фільтр, який буде помножувати сигнал. Процедура аналогічна, як і для цифрових кодів, що були описані вище. Там чином, аналогічно, відношення сигнал/шум буде збільшуватись.

Існують пристрої стиснення ЛЧМ - імпульсів, по іншому їх ще називають фільтри ЛЧМ - імпульсів. Дані пристрої включають у себе більш широке застосування. При введенні у такий пристрій ЛЧМ - імпульсу - на його виході миттєво утвориться образ Фур'є функції модуляції. Таким чином даний тип пристрої ефективний для здійснення перетворення Фур'є, що утворює ще одну галузь яка виконує різні типи перетворення та фільтрації за допомогою перетворення Фур'є та для виключення за цим принципом небажаних частотних складових задля збільшення того самого відношення сигнал/шум.

Основна ідея застосування ЛЧМ- імпульсів у системах локації такому такого широкого обсягу - це здатність до одержання сигналів помітно великої тривалості та перетворення їх у короткі та потужні імпульси. Також не мало важливою причиною є доплерівський зсув, який може змінювати частоту сигналу. Такі зміни у частоті можуть миттєво бути виміряні фільтром ЛЧМ - імпульсів [1, 5, 10].

Звичайно дані фільтри не підходять для реалізації складної роботи зі складними кодами. Якщо на фільтр такого типу буде стояти задача обробки порівняно складного коду - тоді він сам повинен складатися з великої кількості зосереджених елементів. Для фільтру даного типу скоріш підходить більш проста методика виготовлення, зокрема фотолітографія.

Дані фільтри придатні до обробки як цифрових, так і аналогових сигналів. Транвенсальні фільтри можна реалізувати у формі пристрою на ПАХ, що буде працювати в діапазоні частот від 10МГц до 1ГГц [1, 3, 4, 5, 7].

Поверхнево акустичні хвилі здатні здійснити запам'ятовування, обробку та збереження інформації, обробку широкосмугових сигналів у діапазоні до 500МГц. Якщо це необхідно - за вживання деяких мір, можна підняти діапазон аж до 2ГГц. Ширина смуги у такому випадку забезпечує 30-40% від центральної частоти. За такої ширини пропускання відповідно і передача інформації іде від сотень мегабіт у секунду. Для ПАХ не важко буде реалізувати і багатовивідні лінії затримки. При підборі розміщення та коефіцієнтів відводів можна створити широко та вузькосмугові лінії затримки, аналогові фільтри. При розвиненні цієї теми на достатній рівень - у найближчому майбутньому можна створювати вже програмовані фільтри, характеристики яких можна буде підбирати та реалізувати на власний розсуд. Більшість операцій функціональної обробки, що реалізована на ПАХ пристрої – можуть також виконувати пристрої, що виготовлені на основі кремнію, але частотна область таких систем буде складати до 5 мегагерц та з більшою затримкою у часі. Основна перевага у технології у швидкості зчитування та обробки запису, що поступає на пристрій. Ще одна не мало важлива перевага у даній технології - можливість стиснення або розширення вхідного сигналу, зчитувати його із відмінною швидкістю від тої, з якою він був записаний.

Іноді можна використовувати взаємодії між двома типами вхідних сигналів. Оскільки будь який напівпровідниковий прилад можна спроектувати чутливим до світла на фотоелементах – також можна створювати світлочутливий пристрій, що буде відповідати розподілу інтенсивності світла. Таким чином можна зчитувати уздовж пристрою один рядок оптичного зображення.

За допомогою комбінацій НП із технологіями ПАХ- можна ініціювати перетворення Фур'є та проводити функціональну обробку даних, отриманих оптично.

Взаємодії нелінійного типу між двома акустичними хвилями у ПАХ пристроях можна використати для операцій обробки в реальному часі. Це може бути, наприклад, згортка та обчислення функції кореляції даних хвиль[5, 10...12].

При цьому досягти такого результату можна використовуючи один із сигналів у якості опорного. Таким чином трансверсальний фільтр можна створити шляхом елементарної зміни опорного коду. Аналогічно можна досягти того ж результату шляхом створення двох багатовивідних ліній затримки, що з'єднані між собою. Перша лінія затримки буде подавати свій вихідний сигнал на другу, зі своїх виводів. Таким чином сигнали, подані на вхід першої виявляються опорними сигналами другої ЛЗ у момент проходження по ній.

1.3 Інтеграція ПАХ у класичні інтегральні схеми

Ще одна цікава властивість у поєднанні акустичної хвилі із світловим променем, із подальшим відхиленням світлового променя. Так склалося, о акустична хвиля формує аналог дифракційної решітки, тим самим це дає

зможу для створення пристроїв, що працюють на перетворенні Фур'є та обчислюють функцію кореляції даних акустичних сигналів із сигналом, що використаний для модуляції світлового пучка або один з одним. Цей дуже цікавий ефект можна використати у наприклад телевізійній апаратурі, що дозволить відхилити промінь світла у багатоадресних системах зв'язку чи у проекційній телевізійній системі.

Трансвенсальний фільтр - лінія затримки виявляється спільним для всіх вище описаних систем. У системах, де поширюється акустична хвиля або електричний сигнал, в різних точках якого можна отримати вільний доступ або до акустичного або до електричного сигналу. Такі точки формують відводи для ліній затримки. Якщо використовуються електричні відводи - доступ до хвилі буде набувати дискретного значення. У всякому випадку - підбираючи амплітудні та фазові коефіцієнти - можна ініціювати різноманітні функціональні перетворення даних сигналів.

Дуже важливу роль у обробці вхідних сигналів у РЛС відіграють пристрої частотної селекції на поверхневих акустичних хвилях [9...12].

Такі технології можуть використовуватись у багатьох аспектах. В основному корисними вони будуть при фільтрації або для виділення частотних складових для необхідного спектрального аналізу РЛС сигналів. Типовими параметрами, що визначають застосування у трактах проміжної частоти будуть: робочий діапазон, відхилення фазової характеристики, придушення небажаних паразитних сигналів, втрати, смуга пропускання.

Не будемо нехтувати дуже важливою областю застосування пристроїв частотної селекції - спектральним аналізом сигналів. Існуючі прилади у цій області надзвичайно дорогі та мають великі розміри. Раніше ми вже говорили про перевагу ПАХ пристроїв - невеликі габарити, надійність роботи, та нічим не гірший спектр можливостей. Спектральний аналіз сигналів не виключення. Перша перевага ПАХ - пристрої перед традиційними - невеликі розміри, менша вартість, можливість інтеграції у напівпровідникові системи. Пристрої ПАХ знайшли своє місце і у швидкодіючих системах на основі традиційних напівпровідникових діодів. Швидкодія даних перемикачів спектру НВЧ досягає вражаючих значень реакції – одиниці мікросекунд, а ступінь розв'язки сигналів досягає значення більше 100 Дб.

Значна роль ПАХ пристрої також присутня у питаннях синтезу сигналу. Гребінчастий спектр надходить на вхід ПАХ фільтру, який після себе випускає окремі та чисті спектральні лінії. Таким чином ми можемо досягти високого рівню придушення паразитних сигналів, стабільністю даного сигналу, фазова когерентність. Всі ці можливості досягаються за допомогою методу прямого синтезу, що лежить в основі використання високо вибіркового та компактних фільтрів ПАХ.

Не у всіх випадках указана базова схема вирішує питання стабільності роботи сигналу. Коли потрібна більша кількість робочих частот можна використовувати дещо інший підхід.

За допомоги комбінації чистих вихідних сигналів від декількох базових під синтезаторів - за допомогою змішувача частот можна отримати будь яку потрібну частоту.

Щодо ПАХ генераторів: стабільність їх роботи визначає стабільність роботи ПАХ-елемента та добротності його частотозадавання у колі зворотного зв'язку. Типовими значеннями стабільності роботи такого генератора будуть: типова температурна нестабільність, відносно тривала нестабільність, короткочасна тривала нестабільність.

Щодо спектральних характеристик ПАХ генератора - їх можна поліпшити приблизно на 10 Дб. Такого результату можна досягти при використанні ПАХ резонаторів чи структур з відбиваючими решітками або ж добротність в районі десяти тисяч. Все це дає змогу вважати, що характеристики таких генераторів будуть стояти на рівні із характеристиками кварцових генераторів із колом помножувачів. Вони включають у себе деякі переваги, такі як: звісно малі габаритні розміри, низьку потужність, можливість переходу на частоти до ЗГГц без використання помножувачів частоти а також слабка чутливість до різного роду механічних впливів оточуючого середовища та акустичного шуму.

Вище описані переваги дають можливість до застосовування даних технологій у вхідних та вихідних трактах НВЧ радіоапаратури. У НВЧ діапазоні сигнали без проблем можуть бути прийняті, оброблені, записані та виведенні без додаткових чи допоміжних схем перетворення частоти.

Технологічний процес виготовлення ПАХ- пристроїв має свої труднощі. Як відомо - межа діапазону становить 1ГГц, що пов'язане із вище описаними труднощами електронно-променевої літографії. Проте завдяки поширенню у останній час принципово нових методів фотолітографії – бар'єр у 1ГГц можна пройти та досягти нових можливостей даної технології. Зокрема на сьогоднішній день можна впевнено говорити про абсолютно реальні у досягненні результати, що можуть складати 6...10ГГц [11, 12, 16, 18, 19].

Не зважаючи на все- на сьогоднішній день все одно не припиняється пошук принципово нових матеріалів для створення монокристалів та композиційних

структур з властивістю високої швидкості поширення ПАХ.

Зокрема подальше підвищення робочої частоти веде за собою використання приповерхневих об'ємних акустичних хвиль (ПОАХ). З цією метою ведеться створення більш ефективних конструкцій з компромісними для цього електричними параметрами.

Таким чином переходячи на застосування ПОАХ у сумісництві електронно - променевої літографії – дозволяє підвищити робочі частоти пристроїв до 4 ГГц.

У цей час продовжується розробка та вивчення властивостей пристроїв підсилення та генерації ПАХ та електромагнітних хвиль. Кінцевою метою таких досліджень має стати поєднання властивостей поверхневих акустичних хвиль та явищ які вони супроводжують у монокристалі із

властивостями, можливостями та явищами у напівпровідникових системах. Прорив такого плану має стати ключовим для створення зовсім нової галузі у розробці електронних пристроїв, що поліпшить виконання основних вимог до цих приладів та реалізацію їх на виробництві. Наступним кроком є створення монолітних пристроїв які будуть об'єднувати у собі можливості і акустичних хвиль и напівпровідників. Кінцевою метою є створення матеріалів що обумовлюють низькі втрати для акустичних хвиль, низькі втрати для ліній передачі, затримки, підсилення акустичних та електричних сигналів. Реалізація подібного сто відсотково має призвести до оптимізації сумісності пристроїв у основі яких лежить робота пах та напівпровідникових елементів. Таким чином це зменшить складність інтегрувати даний вид роботи у класичні напівпровідникові схеми. Сумісність напівпровідникових приладів та приладів на поверхневих хвилях дасть можливість до створення комбінованих інтегральних схем, що призведе до створення нового покоління пристроїв - монолітних інтегральних акустoeлектронних схем [16].

Важливою частиною процесу упровадження ПАХ у радіо системи є розробка програмованих ПАХ пристроїв, таких як вище описаний транвенсальний фільтр.

Стрімке та безперервне поширення акустoeлектронних приладів та їх широкое застосування дає свої перспективи. Виготовлення стає набагато дешевшим, що покращує технічно економічні показники даних приладів.

Виробництво набуває кращих показників у ціні виготовлення та якості продукту саме за рахунок показників надійності, простоти, малих габаритів та завадостійкості у порівнянні з електромагнітними приладами. За рахунок реалізації безперервного вбудованого контролю обумовлюється ефективність робочого застосування. Також вміщення металевих компонуєчих зменшується.

Також перевагою у виготовленні даних пристроїв є реалізація останніх нанесенням тонких металевих плівок, що у свою чергу і зменшує вміст металів у виробі, а значить і ціну виготовлення, а також відкриває можливість меншої потреби у настроюванні, яку потребують індуктивно-емнісні фільтри. Все це досягається за рахунок технологій інтегральних схем, за якими виготовляються акустoeлектронні прилади.

1.4 Структура зустрічно-штирьового перетворювача

Тонкі металеві пластини, які наносять на підкладку - утворюють структуру ЗШП. Саме зустрічно штирьові перетворювачі формують ПАХ у твердому тілі шляхом перетворення електричного сигналу у ПАХ (мал.1.3.).

Рис. 1.3. Модель двофазного зустрічно - штирьового перетворювача ПАХ

Даний пристрій має функцію перетворення електричного сигналу у поверхневу акустичну хвилю. Цей процес досягається завдяки відбиттю електричного сигналу від штирів ЗШП, що якраз таки і нанесені тонкою металевою плівкою, як описано вище. Електричний сигнал з певною частотою подається на вхід зустрічно - штирьового перетворювача. Після цього сигнал починає відбиватися від торців на вході ЗШП, а втрати цього

сигналу обумовлюються кількістю штирів на вході, а тобто кількістю відбивань.

Задача даного пристрою, простіше кажучи - перетворювати електричний сигнал в акустичну хвилю, а потім навпаки у електричний сигнал. При цьому умовою даного перетворення буде час затримки цього сигналу. Отже після проходження торців електричний сигнал починає збуджувати поверхню п'єзоелектрика, по причині цього у матеріалі створюються пружні деформації, що сприяють виникненню та поширенню акустичних хвиль. Після проходження матеріалу п'єзоелектрика – акустичні хвилі знову трансформуються у електричний сигнал з певною частотою, аналогічно, але реверсивно, як і на вході пристрою, але вже зі своєю певною частотою. Частота вихідного сигналу залежить від відстані між штирями вхідного сигналу та штирями вихідного сигналу. Даний перетворювач збуджує поверхневу акустичну хвилю, поле її спад із глибиною зразка експоненційно, а глибина проникнення співпадає з порядком довжини хвилі [3...5, 9].

Електроди що чергуються підключені до двох електричних шин що утворюють вхідну та вихідну лінії. Як показує теорія і практика період ЗШП дорівнює приблизно довжині однієї хвилі на відстані між центрами пари електродів.

Щодо часового відгуку ПАХ перетворювача - його неважко розрахувати за допомогою елементарних геометричних маніпуляцій. За умови якщо ми знаємо часовий відгук - можна легко знайти часовий відгук фільтра, використовуючи перетворення Фур'є. За даною методикою не складає зусиль створити транзєнсальний фільтр із заданою частотною характеристикою.

Розглянемо рис. 1.4. На рисунку зображено зустрічно - штирьовий перетворювач з цифровим кодуванням.

Рис. 1.4. Фільтр на ПАХ з цифровим кодуванням.

Металеві електроди нанесені тонкою плівкою на п'єзоелектричну підкладку, кожен з'єднаний з однією із всього двох вхідних шин. На ту ж підкладку нанесено звичайний приймальний перетворювач, що складається з двох електродів. У момент подання напруги на приймальний перетворювач - на електродах виникають протилежні заряди по їх значенню. Дані електроди збуджують ПАХ в п'єзоелектрику. Амплітуда сигналу має бути пропорційна заряду на електроді. Першу пару електродів, що знаходиться у правій частині можна вважати поляризованою по значенню позитивно. Кожна пара утворює конденсатор. Таким чином заряд, що буде прикладений напрузі - буде пропорційний їй. Заряд першого електрода буде збуджувати позитивний акустичний імпульс, у той час за ним буде наступати негативний, що буде збуджуватися іншою парою електродів з протилежного боку. Таким чином, друга пара електродів приєднана до контактних шин з протилежного знаку, ніж перша.

Введено нове поняття - радіочастотний імпульс. Перший радіочастотний (РЧ) акустичний імпульс пройде лінію затримки у вигляді тонального повідомлення одного періоду, відповідно за ним наступить другий з

протилежним за значенням знаком. Полярність другого відповідно теж протилежна. Кожна пара даних електродів буде збуджувати РЧ імпульс, у цей час на лінії затримки формується кодована послідовність, яка обумовлюється геометричною формою електродів та способом їх з'єднання [10, 11].

Така серія РЧ імпульсів приймається приймальним перетворювачем транвенсального фільтру та після цього формується кодований сигнал вигляду «+--+». Вигляд коду визначається конфігурацією фільтру з геометричної точки зору. Такий РЧ - імпульс будуть називати елементом коді, а сам код - біфазним.

Пристрій даного типу також можна використати як приймач кодованого сигналу. Заряд, у цьому випадку, буде виникати на електроді вже вихідного перетворювача. Заряд буде пропорційним амплітуді, вихідна напруга буде пропорційна заряду цього акустичного сигналу. При умові якщо на лівий перетворювач подається електричний сигнал «+--+», та при умові якщо він відповідає оберненому у часі коду цифрового типу - тоді пери елемент коду, що випромінюється ліво парою електродів буде позитивним РЧ - імпульсом. Такий процес виникає при умові якщо на іншу пару електродів подається негативний РЧ - імпульс. Даний акустичний імпульс буде поступати на приймальний перетворювач у той же час, що і другий РЧ - імпульс. Оскільки вхідний код по значенню відповідає коду перетворювача, то всю частину та елементи коду будуть надходити на приймальний перетворювач одночасно та будуть перетворюватися у електричний сигнали з одною і тою ж полярністю. Такі сигнали додаються і в результаті формують сигнал з амплітудою у п'ять разів більшою за амплітуду одиничної пари електродів.

В цілому можна зауважити та показати, що мінімальна ширина вихідного імпульсу буде визначатися шириною смуги пропускання в системі та дорівнювати $\tau = 1/B$.

Якщо T - це довжина імпульсного сигналу, що кодований, тоді τ - це довжина одного елемента коду або у мінімальній довжині імпульсу.

Для більш глобального розуміння думки про стиснення імпульсу – розглянемо сигнал із цифровим кодуванням, що має довжину у N елементів, які кожен має значення ± 1 . Кожен надходить до входу узгодженого фільтру при наявності випадкового коду або шуму [10]. На виході фільтру формується одиничний імпульс зі своєю тривалістю. Таким чином його амплітуда помножена у N разів, а пікова вихідна потужність у N разів в квадраті. Помітно довгий випадковий сигнал шуму не буде корелювати із відгуком узгодженого фільтру, а тому елементарні сигнали не будуть додаватися у фазі. Проте потужність шуму на виході фільтру буде у N разів більшою ніж у одиничного елемента того самого випадкового коду чи сигналу шуму по причині того, що приймання ведеться поелементним фільтром. Таким чином потужності будуть додаватися на кожному елементі даного фільтру. А тому - середня потужність шуму даного випадкового коду буде у ті ж самі N разів більша, аніж у одиничного елемента, що помножує таким чином пікове

значення за потужністю відношення сигналу і шуму на виході N^2/N разів. У такому випадку це вже дорівнює коефіцієнту стиснення імпульсу T/t .

Характеристики та конструкція пристроїв на ПАХ напряду залежать від виготовлення та конструктивних особливостей саме ЗШП. На рис.1.3 зображено однорідний перетворювач із постійною довжиною його електродів і однаковою довжиною відстані між парами електродів. Візьмемо припущення, що ширина електрода дуже мала, у порівнянні із довжиною хвилі.

У [2...5] показується, що при таких умовах:

Спадання характеристики у 3,0дБ показується на рис.1.5.

Рис. 1.5. Графіки функцій $|(sin x)/x|$ у децибелах

Очевидно, як вже вказано раніше - якщо змінювати довжину електродів та відстань між самими електродами - можна отримувати різну форму відгуку перетворювача, по причині того, що зміна сигналу залежить від напряду даних змінних. Така зміна називається аподизація.

Вихідним сигналом буде образ по типу перетворення Фур'є, або образ сигналу Фур'є збудження електродів. У наслідок такого перетворення частотна характеристика набуває форми прямокутної.

Першим та найбільш очевидним методом вище названої аподизації буде зовнішнє зважування. За допомогою зовнішніх шунтів поміж парами електродів (сусідніх) задають різницею потенціалів, що пропорційна амплітуді даного відповідного елемента відгуку по імпульсу. Електричне поле, інтенсивність якого визначається між парами протифазних електродів, при чому будь якими сусідніми - визначається різницею потенціалів, по причині того, що апертура перекриття у всіх електродів буде постійна. Таким чином інформація що містить закон модуляції буде, так звана, записана в інтенсивності чи щільності акустичного потоку. Вихідний перетворювач може набувати довільної апертури у цьому випадку, та незалежно від цього вихідний сигнал буде відповідати імпульсному відгуку.

Найбільш об'єктивно правильним методом апортизації є зовнішнє зважування. При допомозі зовнішніх резистивних чи ємнісних шунтів поміж парами сусідніх електродів можна задавати різницю потенціалів, що буде пропорційна відповідно до елемента імпульсного відгуку. Інтенсивність електричного поля визначається всього різницею потенціалів, оскільки апертура перекриття постійна. Тоді, інформація по закону модуляції буде записана в інтенсивності чи щільності потоку. В даному випадку перетворювач на виході може мати у собі апертуру довільної величини. Така важлива властивість щодо зовнішнього зважування дає змогу поєднати у спільному потоці одразу перетворювача що апортизовані, значно помножуючи пригнічення даних сигналів вже поза смугою пропускання [1, 3, 6, 8, 9...12].

Відомо, що для однорідного ЗШП – АЧХ буде мати вигляд: $\sin X/X$ [1, 3, 6, 8, 9...12], рівень бічних пелюсток порівняно високий: -13,46 Дб.

При цьому для фільтра, який складає у собі два однакових та однорідних ЗШП рівень бічних пелюсток вже буде складати -27 Дб у наслідок згладжування імпульсної характеристики країв.

Часто у розробку вносять фільтр типу «косинус на п'єдесталі». Для даного типу фільтра використовують функцію аподизації у вигляді функції Хеммінга [1, 4, 8, 10].

Окрім аподизації за Хеммінгом – є можливість використати аподизацію Чебишева чи Крайзера. Дані функції дозволяють робити фільтри по таким характеристикам, що будуть задовольняти вимогу до сучасних приладів радіотехнічної апаратури.

1.5 Параметри та характеристики лінії затримки на ПАХ

По більшій мірі розширення смуги пропускання в порівнянні із еквідистантними ЗШП є можливість шляху через зважування просторового періоду електродів повздовж чи впоперек поширення ПАХ. Метод виявляється аналогічним методу часово-імпульсної а також широкоімпульсної модуляції. Заполучення тих або інших конструкцій ЗШП що будуть мати різні методи зважування- визначає у собі коло вимог до параметрів та характеристик пристроїв на ПАХ

Розподіл лінії затримки на ПАХ приведено нижче на рис.1.6

Рис.1.6. Розподіл лінії затримки на ПАХ

Нижче приведено таблицю 1.1, де зазначені основні параметри деяких ЛЗ, що в даний момент знаходяться на серійному виробництві.

Табл. 1. 1. Параметри ліній затримки на ПАХ у серійному виробництві

2. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ ПО КОНСТРУКЦІЇ І ПРИНЦИПУ ДІЇ РАДІОЧАСТОТНОГО ІНДЕНФІКАТОРА НА ПАХ

Пристрої на ПАХ широко використовуються в системах обробки сигналів чи їх формування, вимірювальних приладах, перетворення фізичних чи механічних величин.

ПАХ представляється як акустична хвиля що поширюється у тонкій приповерхневій області матеріалу. Швидкість розповсюдження хвиль такого типу досягає приблизно 3000 м/с, при цьому їх частота лежить у радіочастотному діапазоні у межах 30 Мгц – 3ГГц. Довжина хвиль ПАХ досягає кількох десятків мікрон, а амплітуда варіюється у межах нанометрового діапазону. Енергія ПАХ зменшується по експоненті із збільшенням глибини. Більша частина хвиль зосереджується у приповерхневому шарі завтовшки в приблизно одну довжину хвилі [13].

Поверхневі акустичні хвилі можуть збуджувати електромагнітні хвилі за умови, що середовище, де вони розповсюджуються буде п'єзоелектриком.

Для збудження ПАХ у матеріалі застосовуються ЗШП.

Дані пристрої складаються з плоских металевих електродів, що розташовані паралельно на п'єзоелектричному матеріалі та по чергово з'єднані між собою через спільні шини.

Якщо до двох електродів, розташованих по сусідству прикласти постійну напругу – тоді створене між ними електричне поле дає виключно пружну деформацію. Таке явище називається зворотнім п'єзоелектом.

Якщо прикласти до шин змінну напругу – у матеріалі ЗШП виникають гармонічні механічні коливання. Таким чином дані коливання породжують ПАХ, що поширюється у два боки від пристрою. Детектування даних хвиль відбувається наступним чином: хвиля входячи у пристрій ЗШП починає генерувати розподіл заряду поміж двома гребінками електродів (таке явище називається прямим п'єзоефектом) і тим самим формує електромагнітний сигнал на виході і діапазоні радіочастот [14].

Щодо генерації: її ефективність та детектування максимальні при умові, що період ЗШП має співпадати із половиною довжини акустичної хвилі. Частота резонансу залежить від періоду ЗШП. Таким чином маємо висновок, що період ЗШП впливає на частоту ПАХ та дає змогу її підбирати.

В основному в якості п'єзоелектрика широко використовується кварц, а для виготовлення самого пристрою використовується фотолітографічний метод.

2.1. Конструкція та принцип роботи пасивного RFID на ПАХ.

RFID складається із звукопроводу, вхідного та вихідного ЗШП та ряду відбивних структур. За основу взято використовувати принцип ортогонального частотного кодування. Із недоліків можна виділити те, що при додаванні наступного інформаційного біту кодової послідовності є необхідність розширити смугу пропускання, у той час коли ОЧК вимагає застосовувати велику кількість електродів.

RFID містить як вхідний так і вихідний ЗШП, що призначається для узгодженої фільтрації сигналу на вході, що відноситься до радіозапиту із лінійно-частотною модуляцією, також вхідний електродний масив, який формує кодову послідовність імпульсів, що впорядковується у часі. Саме це утворює ідентифікаційну інформацію про окрему RFID (далі радіочастотний ідентифікатор (РЧІ)). Недоліком такої системи служить саме середовище, де він знаходиться. Вплив температури, вологості, тиску - вимагають змін у часі затримки, а це означає що вихідний код підлягає зміні.

Суть у тому, що при стисненні вхідного сигналу та режимі множинного доступу у самій РЧІ досягається роботою вхідного/вихідного перетворювача. Перетворювач представлений у вигляді секцій електродів із різним періодом, що з'єднані однією спільною шиною, що насправді є узгодженим фільтром, який приймає та стискає частотно-модульований сигнал радіозапиту. Від кількості секцій, порядку розміщення – залежить унікальність адреси даного РЧІ.

2.1.1. Конструкція та принцип роботи пасивного РЧІ на ПАХ

На рис 2.1 проілюстровано приклад топології вхідного/вихідного ЗШП із п'ятьма частотами кодування. В якості прикладу, розглянемо РЧІ, який містить 5 секцій електродів, кожна з яких має різний період. Кожна секція здатна перетворювати електричний сигнал в ПАХ та навпаки із ПАХ в електричний. Порядок слідування частот може змінюватися, що і формує реалізацію множинного доступу у системах вимірювання. Кожен із сенсорів

отримує свою унікальну адресу, опитування кожного із них виконується за узгодженим до нього сигналом.

Рис.2.1. Будова перетворювача РЧІ з 5-ма частотами кодування

Ширина смуги пропускання кожного з цих електродів а також форма АЧХ залежить напряму від групи електродів та визначається з півперіоду слідування електродів

а також їх шириною, кількістю електродів кожної секції

, апертурою перетворювача

. Півперіод вибирається точно рівним половині довжини ПАХ:

де

швидкість поширення ПАХ на поверхні звукопроводу;

– центральна частота, на яку розрахована секція електродів. Кількість електродів

визначається з умови рівності акустичної та електричної добротностей перетворювача, а апертура

з умов узгодження перетворювача з навантаженням [4, 15,17].

На рис.2.2. зображено узгоджений сигнал радіозапиту. Представляється набором сигналів різної частоти, за умови, що тривалість їх однакова, а порядок слідування визначає топологія перетворювача ПАХ входу/ виходу.

Рис.2.2. Узгоджений сигнал радіозапиту різної частоти, узгоджений до вхідного перетворювача.

Коли даний сигнал надходить на перетворювач - він стискається із коефіцієнтом стиснення

, де

– кількість частот кодування.

Пасивний РЧІ на ПАХ представлена на рис.2.3. Складається із ретранслюючого пристрою з одним входом, містить звукопровід 1 , верхню шину струмопровідного типу 2, нижню шину струмопровідного типу 3, вхідний перетворювач стиснення ЧМ сигналу 4, вхідні електроди, що утворені у масив 5

РЧІ має у собі антену 6, що з'єднана обома шинами . Для мінімізації помилкових сигналів на торці звукопроводу наносять поглинаючі покриття 7 та 8 . Перетворювач 4 та масив електродів 5 також з'єднані обома шинами. Такими чином вони формують РЧІ ПАХ з конструктивної точки зору. Від входу, а саме перетворювача поширюється ПАХ 10 у напрямку масиву електродів [15-21].

Рис.2.3. Конструкція РЧІ для прикладу з 5 – частотним кодуванням

Перетворювач 4 призначений для фільтрації (узгодженої) вхідного сигналу радіозапиту. У масиві 5 формування кодової послідовності формується за рахунок суворої впорядкованості чергування протилежних за значенням електродів. Таким чином мається змога довільно задати фазу ВЧ несучої, всередині сигналу радіовідгуку [15-21].

На рис. 2.4. зображено узгоджений сигнал радіозапиту. Даний сигнал представляє собою сигнал із ЧМ (частотна модуляція) і являє собою імпульсну характеристику, що обернена у часі на перетворювачі

17

входу/виходу. Сигнал на вході містить у собі послідовність однакових по тривалості відрізків ВЧ несучої. Ваза таких відрізків змінюється у відповідальності чергування електродів на вихідному масиві. Дана послідовність формує собою звичайний двійковий код. Двійковий код, нагадаю, має розряди «1» та «0». Таким значенням відповідають фази «0°» та «180°» у пристрої. Дана явище називається фазо-кодова модуляція, чи простіше кажучи ФЧМ. ЧМ та ФКМ – це сигнали, які відносять до відносно складних сигналів. Дані види сигналів допомагають збільшити радіус доступу та дії системи радіоідентифікації.

Рис.2.4. Сигнали радіозапиту (11) і радіовідгуку (12) що призначені для пасивного RFID на ПАХ.

Якщо говорити у деталях про процес стиснення сигналу на вході/виході перетворювача: порядок частот кодування буде відповідати порядку слідування

даних частот у узгодженому сигналі радіозапиту. Тобто, якщо звернути увагу на рис. 2.3. та рис. 2.3. – можемо побачити, що першим на перетворювач надходить саме сигнал із частотою

а вже далі із частотою

і далі аналогічно. Тривалість сигналу на кожній частоті відповідає тривалості поширення ПАХ через потрібну групу електродів на перетворювачі. Отже для прикладу: на сигнал із частотою

буде реагувати тільки п'ята група електродів

, що перетворює його у ПАХ. Згодом через п'яту групу надходить сигнал з частотою

, на який відповідно реагує перша група електродів, що перетворює цього у ПАХ. При всьому цьому відбувається процес додавання ПАХ, що були створені п'ятою та першою групою електродів. Так відбувається, допоки ПАХ не пройде останню, четверту групу електродів. У цьому випадку результуюча поверхневих хвиль на вході будуть мати амплітуду у п'ять разів більшу, ніж амплітуду ПАХ, що була створення окремою групою електродів.

2.2. Система ідентифікації на основі пасивного РЧІ на поверхнево акустичних хвилях.

Система радіо частотної ідентифікації (РЧІ) складається з двох основних змінних, а саме пристрою опитування та обробки інформації (ПООІ) да деякої кількості радіоміток. Дана система має деякий радіус дії, що визначається максимальним між РЧІ та ПООІ, при якій приймач може зафіксувати сигнал РЧІ для обробки інформації, яку вона у собі несе. Нижче на рис 2.5 приведена схема роботи даної системи.

Рис.2.5.Схема роботи системи радіоідентифікації із використанням пасивних радіо частотних ідентифікаторів.

Основний принцип роботи даного пристрою можна поділити на два етапи. При першому етапі передавач надсилає запит у межах радіусу його роботи, а тобто на всі пристрої, які знаходяться у даному радіусі. Другий етап: прийом та обробка запиту радіовідгуку самою РЧІ.

Під час процесу радіозапиту РЧІ приймає його та перетворює прийнятий узгоджений сигнал на свою антену. Антена, у свою чергу, перетворює радіосигнал в електричний сигнал за допомогою вхідних перетворювачів. Вхідні перетворювачі проілюстровані на рис.2.3.

Перетворювачі виконують функцію перетворення електричного сигналу на поверхневі акустичні хвилі на п'єзоелектрику з урахуванням частоти вхідного електричного сигналу. Разом із тим перетворювачі виконують функцію стиснення хвилі. Утворений імпульс рухається у сторону масиву електродів, що частково відбивають його назад. У цей час, завдяки явищу прямого п'єзоефекту, хвиля, проходячи під структурою електродів, призводить до збудження вихідної кодової послідовності і в подальшому випромінює її через антену. Випромінений сигнал подається назад на приймач, після чого він приймає цей сигнал і виконує функцію обробки інформації, яка йому надійшла разом із цим сигналом.

Для того, щоб забезпечити синхронну роботу кожної із груп електродів потрібно забезпечити кодування сигналів ортогональним шляхом.

Умова ортогональності формулюється наступним чином: максимум на спектрі сигналу однієї частоти приходить на нуль на спектрі сигналу суміжної частоти. На рис.2.6 приведено спектр вхідного сигналу радіозапиту, зображеного на рис.2.4, за умови, що частоти кодування відповідають умові ортогональності [16-20].

Рис.2.6. Спектр сигналу із ортогональним кодуванням частоти.

На рис 2.7. подана відносна АЧХ узгодженої групи електродів вхідного/вихідного перетворювача. Як можна бачити, при базовій умові ортогональності головні пелюстки частот, що лежать суміжно, перекриті на рівні -2 Дб, що досить мало для того, щоб система працювала стабільно та надійно.

Рис.2.7. АЧХ вхідного/вихідного перетворювача за умов ортогонального частотного кодування.

Таким чином, на практиці доцільно використовувати так зване псевдоортогональне кодування. Суть у тому, що коли у спектрі однієї й тієї ж частоти максимум припадає на нуль перших чи наступних бічних пелюсток що знаходяться у діапазоні спектру суміжної частоти.

Рис.2.8. АЧХ вхідного/вихідного перетворювача за умов псевдоортогонального частотного кодування.

По причині того, що ПАХ РЧІ є пасивними компонентами, а отже не мають у своєму складі логічних елементів – не представляється можливим опитувати кожен сенсор окремо.

У той момент, коли ПООІ відсилає сигнал радіозапиту на всі РЧІ, що знаходяться у радіусі дії приладу - згодом ПООІ отримує від них суму сигналів радіовідгуків. Дана обставина значно урізає можливості в обробці інформації та відокремлення її серед інших.

Для того, щоб забезпечити роботу декількох РЧІ у радіусі дії ПООІ, а тобто для забезпечення саме множинного доступу – доцільно використовувати

множинний доступ із частотним, часовим, просторовим розділенням каналів або взагалі комбінації даних технологій.

Технологія SDMA (просторове розділення каналів) може бути використана для РЧІ, що рухаються за певним, заданим маршрутом у одні і тій же послідовності раз за разом. Дані РЧІ переважно застосовують для ідентифікації, а отже амплітудні чи фазові помилки у даному випадку не страшні. Перевагою даних систем є можливість комбінації будь-яких сімейств кодів за виключенням першого та останнього бітів.

У випадку роботи з деякою кількістю сенсорів на основі роботи часового розділення каналів – кожному РЧІ виділена певна кількість часу чи певний інтервал часу, в якому він має змогу здійснити передачу інформації. Вибір часового інтервалу робиться шляхом зміни часу затримки сигналу у самому РЧІ, а отже через зміну прямо залежної від цього довжини звукопроводу. Недоліком технології виявився факт зростання внутрішніх втрат, через збільшення довжини звукопроводу.

Технологія CDMA включає в себе ідею нанесення на поверхню звукопроводу деякого масиву відбивачів, а просторове положення кожного з цих відбивачів визначається ідентифікаційним кодом, що присвоєний заданому РЧІ. За допомогою даної технології та системи обробки інформації, уже в даний момент реалізовані системи з можливістю участі 10 РЧІ у полі роботи передавача одночасно. Недоліки у даній технології все ж є, зокрема вони проявляються в обмежені радіусу роботи, що обумовлено обмеженим сигналом, ретрансльованого останнім із відбивачів.

Все ж останнім часом задля забезпечення множинного доступу починають використовувати систему ортогонального частотного кодування (ОЧК). Технологія ОЧК передбачає у собі залежність базових наборів частот від смуг пропускання. Всі повинні відповідати умові ортогональності. Такий спосіб дозволив отримати рівномірний за амплітудою та рівномірний вхідний сигнал. Таким чином, дана технологія вирішує основні проблеми обмеження передавача, а саме дальність дії та кількість сенсорів, що можна опитувати одночасно. Однак заміна технології CDMA на ОЧК не є рішенням усіх проблем роботи із пасивними РЧІ

Вибір технології у першу чергу залежить від вимог до множинного доступу та від чутливого елемента, у основі якого будується РЧІ.

Однопортові ПАХ резонатори мають характеристики менших втрат.

Резонатори із приладами вузькосмугового типу мають змогу працювати у діапазонах менших за 1ГГц. Однак за певних причин це все одно не дає змогу розробляти на їх основі більш чутливі пристрої РЧІ.

Одним із основних недоліків даної системи на пасивних елементах на даний момент є неможливість опитувати кожен РЧІ окремо. В наслідок цього у зоні дії ПООІ кожен із РЧІ буде надсилати свій сигнал радіовідгуку одночасно з іншими. Таким чином це призводить до додаткових завад на етапі прийому сигналу на ПООІ, а тому погіршує практичність і надійність даної системи.

Дану проблему можна вирішити скоріше не шляхом вдосконалення уже існуючого алгоритму системи або заміни технології роботи системи з тих, що вже запропоновані. Скоріше можна і треба діяти більш радикально. Система ПООІ на основі використання пасивних радіочастотних міток, заходить у замкнене коло, елементи якого при зміні умов їх роботи не виключають проблеми, а лише породжують нову, шляхом заміни її зі старої. Доцільно вважати, що для виключення нескінченного потоку обмежень у роботі системи та породження проблем - вирішення базується на принциповій заміні одного із елементів системи на його покращений аналог.

Таким чином, у системи ПООІ найкращим рішенням буде заміна пасивної радіочастотної мітки на активну радіочастотну мітку. Дана процедура дає переваги та нові можливості у вирішенні вже існуючих проблем. Таких як неможливість опитування декількох РЧІ одночасно, створення через це помітно великих завад та шумів, порівняно більші витрати часу на виробництво, збільшення габаритів приладу і т. д.

Активним РЧІ вважається прилад, що працює на основі активних елементів, має власне живлення і логічні зв'язки між елементами, що входять у її склад.

Згідно рис. 2.9. маємо графік розподілу акустичної та електричної добротності від кількості штирів, нанесених на п'єзоелектрик. Графік побудовано для сімох п'єзоматеріалів.

Рис.2.9 Графік розподілу акустичної та електричної добротності від кількості штирів

Таблиця 2.1.

Табл. 2.1. Значення швидкості поширення та коефіцієнту від матеріалу

Згідно графіку можна зробити висновок, що найкращим матеріалом п'єзоелектрика для створення активного РЧІ з більш стабільною роботою буде п'єзокераміка. Даний матеріал вміщує у собі найоптимальніші відношення електричної та акустичної добротності із мінімальною кількістю штирів.

Раніше було описано принцип роботи ЗШП, залежність кількості штирів, відстані між ними та відстані між вхідним та вихідним перетворювачами.

У момент, коли на вхід РЧІ поступає електричний сигнал, він одразу потрапляє на штирі перетворювача, задача яких саме перетворити електричний сигнал із певною частотою у поверхневу акустичну хвилю із певною частотою, яка залежить від матеріалу п'єзоелектрика та кількості штирів і відстані між ними.

У момент подання на вхідний ЗШП електричного сигналу $U_{вх} = U_m \exp j(2\pi f t + \varphi_0)$ на ділянках п'єзоелектрика, прилеглих до електродів створюються механічні напруги, саме завдяки п'єзоэффекту. Уся кількість електродів з'єднана із загальною шиною та збуджується тією самою напругою і тому створює хвилі одної і тої же фази. Оскільки дані електроди розміщуються вздовж ЗШП, тоді і маємо по досягненню кінця цього ЗШП, що кожна з пар має свій власний зсув.

Річ у тому, що у момент потрапляння електричного сигналу на штирі починається процес перетворення електричного сигналу у поверхневу

21

акустичну хвилю шляхом відбивання хвиль, що проходять через штирі – по торцях самих штирів. Хвиля проходить по кожному торцю штирів, відбиваючись від одного на сусідній наступний, тим самим втрачаючи з кожним разом свою енергію. Таким чином кількість штирів напряму впливають на кількість відбивань хвилі, а значить і на кількість втрат, що понесе ця хвиля.

Оскільки радіочастотна мітка як приймає сигнал, так і ретранслює його назад, очевидно, що вона має і вхідний масив електродів і вихідний.

Електричний сигнал, що приходиться на РЧІ потрапляє на штирі, де перетворюється в акустичну хвилю, що проходить по п'єзоелектрику. Після проходження через п'єзоелектрик поверхневі акустичні хвилі знову потрапляють на вихід, де перетворюються знову із поверхневих акустичних хвиль у електричний сигнал, який відправляється назад до ПООІ. При розрахунку лінії затримки важливо також врахувати кількість штирів, оскільки затримки і зайві

шуми напряму залежать також від їх кількості.

На активних РЧІ за рахунок власного живлення та наявності активних елементів у системі зменшується час обробки сигналу, а також збільшується радіус роботи. При цьому, завдяки наявності логічних елементів у структурі активної РЧІ, вирішується проблема з одночасним опитуванням декількох сенсорів без втрат сигналу, збільшення шумів і обмеження за кількістю робочих одночасно РЧІ.

Отже, можна зробити висновок про те, що при зменшенні кількості штирів та заміні пасивних РЧІ на активні можна покращити роботу пристрою, а саме: покращити якість сигналу, зменшити час затримки, зменшити об'єм роботи на виробництві, а також, як правило, виходячи з попереднього пункту, зменшити собівартість приладу.

2.2.3. Конструктивні особливості пристроїв на ПАХ

Для надійного захисту ПАХ пристроїв від зовнішнього впливу – акустоелектронні модулі прийнято розміщувати у корпусах, до яких виносять вимоги, такі як:

- корпус має бути виготовлений із металу, що має високу електропровідність. Це робиться для електромагнітної розв'язки між входом та виходом самого пристрою;
- виводи мають бути високочастотними та герметичними, також вони повинні бути розташовані тільки поблизу місць контактних площадок;
- корпус пристрою має бути повністю герметичним, а в середині повинен бути вакуум чи інертний газ.

Процес складання пристрою виконується у особливому порядку, а саме: приклеювання підкладки в корпус; розварювання золотим дротом електричних виводів і заземлень; зміцнення лаком чи струмопровідним клеєм золотих виводів на контактних площадках; герметизація корпусу; перевірка герметичності гелієвим пристроєм для пошуку витікання через штенгель; відкачка і наповнення інертним газом; герметизація штенгелю.

Приклеювання пластини повинно забезпечити механічну міцність при вібрації та ударах. Шар клею повинен бути досить еластичним, щоб при температурних розширеннях корпусів не розривалася пластина. Клей не повинен виділяти газоподібні речовини, взаємодіючи з підкладкою і металевою плівкою ЗШП на її поверхні. Найбільш придатним є кремнійорганічний компаунд КЛГ-30 [23].

Провідники приєднуються до контактних площадок методом мікрозварювання.

Труднощі, що з'являються у подібних з'єднаннях полягають у наступному:

- товщина металевих плівок порівняно мала, самі плівки наносяться на крихкі підкладки
 - різниця у товщині з'єднаних елементів контрастно велика
 - фізичні властивості матеріалів, які зварюють між собою, значно великі
- ПАХ пристрої виходять з ладу із наступних причин:
- руйнування підкладки п'єзоелектрику
 - порушення цілісності зварюваних з'єднань або елементів кріплення
 - виникнення ушкоджень у результаті механічного впливу, а також структурних змін у поверхневій області звукопроводу.

3. МОДЕЛЮВАННЯ ТА МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ РЧІ НА ПАХ

3.1 Розрахунок основних параметрів РЧІ на ПАХ

Початкові параметри РЧІ на ПАХ:

- нижня та верхня границі смуги пропускання : $f_{\text{н}}=860 \text{ MHz}$, $f_{\text{в}}=960 \text{ MHz}$;
- кількість частот кодування (число робочих частот, що можуть пройти в даному діапазоні смуги пропускання) – 8;
- фазова швидкість ПАХ
(для звукопроводу з ніобіту літію
-зрізу);
- тривалість сигналу радіозапиту 0,5 мкс.

Визначаємо:

- смуга пропускання системи задля регулювання характеристик пов'язаних із вибірковими властивостями приймального тракту з метою подавлення потужних завад;
 - смуга пропускання частоти кодування. Значення розраховується для певної кількості робочих частот кодування:
 - частоти кодування можна визначати за формулою
- Доцільним буде вибрати ширину смуги пропускання секції електродів, як половину від ширини смуги пропускання частоти кодування
- Відносне значення смуги пропускання секції електродів
- Загальна кількість електродів у кожній секції
- Загальну кількість електродів можна зменшити за рахунок використання аподизації електродів.

Півперіод електродів визначаємо за формулою:

Тривалість стиснутої ПАХ на виході вхідного перетворювача ПАХ:

Коефіцієнт стиснення:

Смуга пропускання для кожної групи електродів вихідного масиву

Центральна частота високочастотної несучої вихідного сигналу

Загальна кількість електродів у кожній групі вихідного масиву

Таким чином, загальна кількість електродів вихідного масиву буде становити:

- кількість розрядів у вихідній послідовності (для представленої РЧІ $n = 8$).

Довжина хвиль ПАХ на частоті ВЧ несучої вихідного сигналу

Визначаємо довжину вихідного масиву електродів:

Тривалість послідовності на виході (сигналу радіовідгуку)

Відношення сигнал/шум на вході РЧІ що має стиснення сигналу у порівнянні із РЧІ без стиснення визначаємо співвідношенням:

де

- відношення сигнал/шум для системи із стисненням та без стиснення сигналу;

- тривалість вхідного сигналу.

Для РЧІ параметрами конструктиву:

Отже, стиснення вхідного сигналу буде забезпечувати відношення сигнал/шум, яке також відповідає підвищенню пікової потужності передавача у 10 разів.

Для створення довільної кодової послідовності порядок чергування електродів та кількість розрядів вихідного масиву можна змінити. Для представленої РЧІ з 8 розрядами (8 секцій електродів) можна реалізовувати різних кодів. У випадку, якщо використовуємо 10 розрядів – 1024 коди. Для 32 бітної РЧІ кількість кодів, що можливо використовувати - більше 4млр. Таким чином, це дозволить використовувати дані розрахунки для проектування безпроводних систем, що несуть у собі наявність активних РЧІ на ПАХ у роботі приймально - передавального пристрою, а також компонентів РЧІ на ПАХ.

3.2. Моделювання об'єкту дослідження

Усі елементи пристрою розміщені у корпусі, що герметично закритий від впливу навколишнього середовища мембраною. Мембрана виконана із пружного матеріалу, що змінює своє положення відносно поверхні звукопроводу - п'єзоелектрика у межах 0...

, де

довжина ПАХ.

Рис.3. Функціональна схема пристрою ПАХ

Експериментальна модель побудована на матеріалі п'єзокераміка із звукопроводом ніобіт літію

зрізу

На рис. 3.1. приведено теоретичну модель спадання характеристики у 3,0дБ .

Рис. 3.1. Графіки функцій $|\sin x/x|$ у децибелах

Очевидно, як вже вказано раніше - якщо змінювати довжину електродів та відстань між самими електродами - можна отримувати різну форму відгуку перетворювача, по причину того, що зміна сигналу залежить напряму від

даних змінних. Така зміна, як вже згадувалося раніше – носить назву апортизації.

Для отримання визначеного діапазону вимірювання - необхідно провести аналіз роботи опорного ПАХ - генератора.

Візьмемо затримку сигналу на кожному із ЗШП генератора на рис.3.2.

Рис. 3.2. Функціональна схема вимірювального перетворювача.

На рис. 3.2. наведено функціональну схему вимірювального перетворювача на основі двох ПАХ- генераторів. Розглядаємо тільки опорний ПАХ- генератор. Сигнали на вході надходять до змішувача 3, що в свою чергу передає сигнал проміжної частоти на фільтр 4 та підсилювач 5. Переміщення мембрани ініціює фазове набігання ПАХ. У результаті такого процесу відбувається зміна частоти коливань ПАХ- генератора.

Стійкі коливання за самозбудженням при обмеженому запасі можуть виникати тільки на тій частоті, що буде співпадати із частотами різних сіток. Для даної частоти результуючий коефіцієнт зворотного зв'язку стане найбільшим. При всьому ЗШП можуть бути широкосмуговими. Акустичні сигнали зворотного зв'язку можна реалізувати шляхом використання двох ліній затримки, або лінії затримки на ПАХ, що має вхідний ЗШП 8 а також два вихідні ЗШП 9 та 10, що розташовані по різні боки від вхідного.

Розглянемо затримку сигналу на кожному із ЗШП генератора (рис.3.2.)

а також затримку сигналів у каналах ЛЗ

). Для довжини хвилі

маємо результат

та

Тоді за формулою

знаходимо частоту коливань опорного ПАХ-генератора

На рис.3.3 , (а) зображено АЧХ для першої та другої ЛЗ , при

та

, смуга пропускання на рівні -3 дБ складає

На рис.3.3 (б) зображено ФЧХ ліній затримки ЛЗ-1

Рис.3.3. Промодельовані АЧХ та ФЧХ каналів ліній затримки ЛЗ-1 та ЛЗ-2 опорного ПАХ-генератора

Точки перетину 1...3 ФЧХ дають змогу визначити діапазон частот можливих стійких коливань у автогенераторі, тільки у тому випадку, якщо виконується умова балансу амплітуд

, де

коефіцієнт підсилення;

втрати кола зворотного зв'язку.

Таким чином ми бачимо, що експериментальні характеристики у порівнянні із промодельованими- мають порівняно невелику різницю між собою. Розбіжність теоретичної моделі та практичної обумовлюється похибками матеріалу, на якому реалізовано даний пристрій, і не буде складати більше 10-20%. Цей факт дає змогу розуміти, що така технологія реалізації пристрою дає відносно точний результат до теоретичних

розрахунків отже за даною технологією досить реально побудувати пристрій, що може працювати відносно стабільно до теоретичних розрахунків.

Наведемо декілька порівнянь у характеристиках роботи ПАХ приладу відносно теоретичної моделі. На рис.3.4. зображено порівняння теоретичної моделі із експериментальною.

Рис.3.4. Теоретичні та експериментальна залежності фазового зсуву вихідного сигналу ЛЗ на ПАХ.

На рис.3.5. підставлені теоретична (графік 1) та експериментальна (графік 2 із урахуванням залежності для фазового зсуву вихідного сигналу) функції перетворення ВП.

Рис. 3.5. Теоретична та експериментальна функції перетворення вимірювального перетворювача

ВИСНОВКИ

У даній роботі було розглянуто технологію реалізації пристроїв на основі роботи поверхнево акустичних хвиль. Згідно огляду науково технічної літератури усі пристрої на поверхневих акустичних хвилях були поділені на дві групи: однофункціональні та багатфункціональні.

1. Однофункціональні елементи включають у себе лінії затримки, резонатори а також фільтри на поверхневих акустичних хвилях. Дані елементи можуть бути виділені у окремі класи. Також до них можна віднести узгоджувальні елементи, суматори сигналів, фазообертачі, атенюатори. Крім того класи, що поділяються за функціональною ознакою можна поділити на підкласи. Клас Лінії Затримки включає у себе: лінію з однократною затримкою, багатовивідні та дисперсійні лінії затримки. У свою чергу Фільтри і Резонатори включають у себе: смугові фільтри і резонатори.

2. Багатфункціональні пристрої обробки сигналів включають фільтри фазо-модульованих і частотомодульованих сигналів а також генератори чи підсилювачі сигналів на поверхнево акустичних хвилях. Багатфункціональні пристрої, звісно побудовані з багатьох однофункціональних елементів, котрі в сукупності роботи муж собою дають бажаний результат у роботі багатфункціонального приладу. Наприклад: узгожені фільтри складаються з сукупності багатовивідних ліній затримки, дисперсійних ЛЗ, суматорів, фазообертачів і так далі. Багатфункціональні пристрої на ПАХ будуються по тому самому принципу, що і інші прилади у класичному розумінні. Завдяки взаємній відкаліброваній роботі елементарних елементів будується результат роботи даного виду приладів.

У огляді науково - технічної літератури були розглянуті всі класи та підкласи приладів на ПАХ. Другий розділ присвячений теоретичній інформації об'єкту дослідження та питанню моделювання конструктивних елементів на ПАХ та визначенню щодо можливості їх реалізації задля побудови активних радіочастотних ідентифікаторі. Також було розглянемо у порівнянні активні та пасивні радіочастотні ідентифікатори. Загалом проблемою пасивних радіочастотних ідентифікаторів можемо вважати неможливість технології до одночасного використання даних сенсорів у великій кількості а також порівняно малим відношенням сигнал/шум. Це пов'язано із тим, що кожен

26

РЧІ неможливо опитати окремо по тій причині, що вони не мають у своєму складі активних логічних елементів. При роботі ПООІ сигнал радіозапиту, що надходить від останнього - надходить від останнього на кожен РЧІ окремо. Сенсор приймає цей сигнал і ретранслює його назад, сповіщаючи систему про присутність у заданому діапазоні роботи. Таким чином відбувається опитування декількох сенсорів одночасно. Недоліком такої системи є той факт, що кореляційний фільтр приймає на вхід одразу декілька змішаних між собою сигналів, що призводить до похибок у фільтрації та зменшенню відношення сигнал/шум. Була побудована математична модель чутливого елемента, що лежить у основі збудження електричного поля ПАХ, що виникає при переміщенні механічного зонду або, як його ще називають, мембрани в електричному полі хвилі, яка у свою чергу поширюється по поверхні п'єзоелектричного звукопроводу YZ- перерізу.

Також із допомогою створення математичної моделі - було досліджено факт, що приріст часу затримки у даному чутливому елементі можна віднести як залежність від його конструктивних особливостей. Також було розглянуто конструктивні особливості пристроїв на ПАХ.

Функціональні можливості таких пристроїв значно розширилися із переходом від об'ємно акустичних хвиль до поверхневих акустичних хвиль. Великий інтерес до даних приладів обумовлений сучасними успіхами у електронно - променевій літографії, адже, по перше, це дає можливість до створення багатофункціональних приладів на ПАХ, а по друге дає змогу до інтеграції приладів на ПАХ до класичних напівпровідникових схем. Перевага таких «гібридних» приладів у тому, що від кожної конструкції береться найкраще.

Отже пристрої даного типу широко використовуються для обробки сигналів. Принцип роботи даних приладів полягає у використанні прямого п'єзоелектричного ефекту. Щодо технологічного процесу виготовлення ПАХ елементів - його можна сформулювати у три етапи: виготовлення підкладки на основі п'єзоелектрика; формування структур електродів на поверхні; дослідження та складання параметрів пристрою.

Однак найскладнішим етапом у створенні пристроїв на ПАХ є формування структур електродів. Оскільки робочі параметри таких пристроїв обмежені деякими характеристиками процесу електронної літографії, а саме: роздільною здатністю, точністю, щільністю дефектів.

Результати теоретичних та експериментальних досліджень не відрізняються один від одного не більше ніж на 20%. Це дає змогу розуміти, що дана модель працює відносно точно і не викликає проблем у дослідженні та складанні параметрів даного пристрою. В ході експерименту було використано метод конкуренції мод. За методом у генераторі було створено два різних за своєю акустичною довжиною канали зворотного зв'язку. Стійкі коливання в автогенераторі при обмеженій кількості запасу самозбудження виникає тільки на частоті, що співпадає з власною частотою різних сіток. Для такої частоти результуючий коефіцієнт зворотнього зв'язку стане найбільшим. Таким

чином, ЗШП при цьому можуть бути широкосмуговими. Два канали зворотнього зв'язку реалізуються за допомогою однієї лінії затримки на ПАХ, що має один вхідний та два вихідні ЗШП, що розміщуються на різних сторонах від вхідного.

S U M M A R Y

SAW technologies are a new area in the development of electronic devices and appliances. This field is based on the efforts of specialists in ultra-high frequency technologies, elasticity theory and ultra-high frequency radio engineering. Thanks to the joint efforts of specialists in this field, this type of electronics is rapidly gaining momentum today.

These technologies have found their application in radar systems and signal processing systems. In principle, the physics of SAW was developed due to its development in signal processing systems.

Obviously, the low propagation speed and short wavelength make it much easier to perform signal processing operations, much simpler than with any other technology. That is why devices on surface acoustic waves in the frequency range of 3-3000 MHz are much more practical, in particular due to their relatively small size and weight, as well as shock resistance.

The task of the work is: development of methods for calculating devices with a multi-output delay line on surface acoustic waves with its subsequent design for equipment for profile purposes with the following parameters:

- Operating frequency $f_n = 860\text{MHz}$; $f_v = 960\text{MHz}$
- The number of encoding frequencies is 8
- The phase velocity of the SAW $v = 3488 \text{ m / s}$
- Sound pipe made of lithium niobot YZ - cross section
- The duration of the radio request signal is 0.5 μs .

Significant interest in this area is determined by the peculiarities of the transformation and development of SAW, as well as advances in photoelectron, electron beam lithography. Nowadays, the phenomenon of SAW is represented in a large number of electronic devices and appliances. Such as: dispersion filters of chirp - signal compression, frequency storage devices, generators, frequency synthesizers and others.

Filters on surface acoustic waves belong to the class of transventional. Thus, the process of filtering by these multifunctional devices can be described as a process of frequency selection. So it is. Bandwidth - The bandwidth is skipped, while the delay band suppresses other frequencies.

Below is a general view of the functional device on the SAW.

Fig.1. SAW device. 1 – matching device; 2 - transformer; 3 – sound duct; 4 - acoustic absorber

Conventional filters that work with inductance and capacitance - have bandwidths that are formed due to inductive and capacitive effects in various circuits.

Resonances in such circuits can be observed at certain frequencies that determine themselves by the capacitance and inductance of the reactive elements.

With the combinations of these discrete elements it is possible to obtain some frequency response.

Thin metal plates, which are applied to the substrate, form the structure of the CPC. On the contrary, pin transducers form a SAW in a solid by converting an electrical signal into a SAW.

Fig.2. Model of two-phase counter-pin converter PAH

The device has the function of converting an electrical signal into a surface acoustic wave. This process is achieved by reflecting the electrical signal from the pins of the CPC, which are just applied with a thin metal film, as described above. An electrical signal with a certain frequency is fed to the input of the counter-pin converter. After that, the signal begins to bounce off the ends at the input of the CPC, and the loss of this signal is due to the number of pins at the input, ie the number of reflections. The goal of this device, simply put, is to convert an electrical signal into an acoustic wave, and then vice versa into an electrical signal. With this understanding of this transformation will be the delay time of this signal. They then look for electrical signals that excite privacy, and they detect deformations that need to be detected and propagated acoustically. In the future, we look for what was used - acoustic forces are converted into an electrical signal from a certain time, similarly but reversibly, as in the input structure, but is already part of itself, and often exists. The frequency of the output signal is manifested in the difference between the strokes of the input signal and the strokes of the output signal. This transducer excites the trusted acoustic accumulation, the field leaves it with the depth of the sample exponentially, and the depth of penetration coincides with the correct length.

The radio tag consists of a sound line, input and output CPC and a number of reflective structures. The principle of orthogonal frequency coding is taken as a basis. Disadvantages include the fact that when adding the next information bit of the code sequence, there is a need to expand the bandwidth, while the OFC requires the use of a large number of electrodes.

The radio frequency identification system (RFID) consists of two main variables, namely a polling and information processing device (PIPD) and a number of radio tags. This system has a certain range, which is determined by the maximum between RFID and PIPD, at which the receiver can record the RFID signal to process the information it carries. Below in fig. 4. the scheme of work of this system is resulted.

Fig. 4. Scheme of operation of the radio identification system with the use of passive radio frequency identifiers.

The basic principle of operation of this device can be divided into two stages. In the first stage, the transmitter sends a request within the radius of its operation, ie to all devices that are within this radius. The second stage: reception and processing of the radio response request by the RFID itself.

During the radio interrogation process, the RFID receives it and converts the received matched signal into its antenna. The antenna, in turn, converts the radio signal into an electrical signal using input converters.

One of the main disadvantages of this system on passive elements at the moment is the inability to interview each RFID separately. As a result, in the PIPD area, each of the RFID's will send its own radio response signal at the same time as the others. Thus, this leads to additional interference at the stage of signal reception on the PIPD, and therefore impairs the practicality and reliability of this system.

This problem can be solved rather than by improving the existing algorithm of the system or replacing the technology of the system with those already proposed. Rather, we can and should act more radically. The PIPD system, based on the use of passive radio frequency tags, enters a vicious circle, the elements of which when changing the conditions of their work do not exclude problems, but only generate a new one, by replacing it with the old one. It is reasonable to assume that in order to eliminate an endless stream of limitations in the operation of the system and create problems - the solution is based on the fundamental replacement of one of the elements of the system with its improved counterpart.

Thus, in a PIPD system, the best solution would be to replace the passive radio frequency label with an active radio frequency label. This procedure provides advantages and new opportunities in solving existing problems. Such as the impossibility of interviewing several RFIDs at the same time, creating due to this noticeably large noise and noise, relatively higher production time, increasing the size of the device, etc.

An active radio tag is a device that works on the basis of active elements, has its own power supply and logical connections between the elements that are part of it. On active RFIDs, due to its own power supply and the presence of active elements in the system, the signal processing time is reduced, and the operating radius is increased. In this case, due to the presence of logical elements in the structure of the active RFID, the problem is solved with the simultaneous interrogation of several sensors without signal loss, increased noise and limiting the number of workers simultaneously RFID.

Keywords: VAW - volume acoustic wave; SAW- surface acoustic wave; AFC- amplitude-frequency characteristic; PFR - phase frequency response; FM - frequency modulation; CPC - counter-pin converter; UHF- ultra-high frequency; TCD - temperature coefficient of delay;

Summary of the project: 6 pages

Схожість

Схожість із джерелами з Інтернету

25

1	https://ed.kpi.ua/wp-content/uploads/Mastertheses/2018/Bitov_M.pdf	3 Джерело	1.99%
2	https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/28908/1/Reshetnyk_magistr.pdf		1.33%
3	https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/22901/1/Zhovnir_diss.pdf		1.05%
4	https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/28904/1/Siykoiev_magistr.pdf		0.57%
7	https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/28911/1/Reshetnyk_D_magistr.pdf		0.48%
8	https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/20184/1/EiS2016-4_9Zhovnir.pdf		0.28%
12	https://studfile.net/preview/5603166/page:22	5 Джерело	0.1%
13	https://docplayer.net/4306831-Optical-clocks-in-future-global-navigation-satellites.html	8 Джерело	0.1%
15	https://www.everythingrf.com/community/what-is-a-saw-filter		0.08%
16	https://en.m.wikipedia.org/wiki/Surface_acoustic_wave_sensor	2 Джерело	0.07%
17	https://studopedia.ru/3_135935_Word-meaning-and-structure-Lexical-grammatical-and-pragmatic-aspects-of-word-meaning.ht...		0.07%

Схожість по Бібліотеці акаунту

39

5	Dis_Zhovnir_M.F_1	ID файлу: 4517238	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"	23 Джерело	0.56%
6	Dis_Zhovnir_M.F_2	ID файлу: 4529855	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"		0.52%
9	Студентська робота	ID файлу: 103056	Institution: Lviv Polytechnic National University	2 Джерело	0.2%
10	Студентська робота	ID файлу: 1115016	Institution: Lviv Polytechnic National University	5 Джерело	0.19%
11	Слюсар	ID файлу: 1000058474	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"		0.11%
14	2020-bachelor-EDS_Тумчук_sonyachni_elementy_fch	ID файлу: 1004030969	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"	5 Джерело	0.09%
18	Yablunivsky	ID файлу: 11124155	Institution: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"	2 Джерело	0.07%