

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ІНДУСТРІАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ

на правах рукопису

НІКОНОВА ЗОЯ АНДРІЇВНА

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ТА НЕСТАЦІОНАРНИХ ПРОЦЕСІВ У
МІКРОЕЛЕКТРОННИХ СТРУКТУРАХ ТА СТВОРЕННЯ НВЧ ПРИЛАДІВ
НА ЇХ ОСНОВІ

/05. 27. 03.- технологія, обладнання і виробництво матеріалів та
пристроїв електронної техніки/

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Херсон - 1997



00752345 (Q)

Робота виконана в Херсонському індустріальному інституті академії

Науковий керівник: д.т.н., професор
Левінзон Давид Іделевич

Офіційні опоненти: д.т.н., професор
Лубяний Віктор Захарович
к.т.н., доцент
Міхарський Сергій Миколайович

Провідна організація - Херсонське ВАТ "Компанія "Дніпро"

Захист дисертації відбудеться " 18 " КВІТНЯ 1997 р.
в 12 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради
Д 19. 01. 07 при Херсонському індустріальному інституті за
адресою: 325008, м.Херсон, Бериславське шосе, 24

З дисертацією можливо ознайомитися в бібліотеці
Херсонського індустріального інституту

Автореферат розісланий „17 березня 1997р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради:

Новіков О.О

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Основною проблемою розвитку НВЧ електроніки являється просунення в сторону більш високих частот при одночасному збільшенні середніх та імпульсних потужностей, зменшенні шумів, поширенні смуги частот або діапазону електронного налагодження, підвищенні стабільності частоти генерованих коливань, а також надійності і працездатності відповідних пристроїв, що знаходяться під впливом різних зовнішніх факторів.

Друга актуальна проблема розвитку елементної бази НВЧ електроніки пов'язана з незупинною тенденцією до мікромініатюризації і підвищення компактності монтажу цих приладів та пристроїв.

Вирішення цих проблем являється актуальним як для мікротвердотілої, так і для мікровакуумної НВЧ електроніки.

Проте, до теперішнього часу питання дослідження перехідних та нестационарних процесів в НВЧ приладах і моделювання пристроїв на їх основі залишаються недостатньо вивченими, а математичні моделі та співвідношення, які визначають закономірності наростання НВЧ коливань та пов'язують час установлення коливань з параметрами МЕР-приладів, а також з режимами їх роботи у відомій літературі практично відсутні.

Недостатньо уваги приділено дослідженню систем НВЧ приладів зі зв'язаними резонаторами та використанню спостережуваних в них гістерезисних явищ з метою створення надійних елементів та вузлів, які відрізняються високою перешкодостійкістю та чутливістю, а також резонансних датчиків для систем релейного захисту та протиаварійної автоматики на їх основі. Проблеми моделювання та дослідження фізичних процесів в мікроелектронних НВЧ структурах, а також

створення і випробування відповідних приладів та пристроїв на їх основі складають основний зміст дисертації.

Робота виконувалась в межах комплексно-цільових програм АН СРСР та УРСР 1980, 1986, 1987, 1990 років: "Створення стійких до зовнішніх дестабілізуючих факторів елементів та пристроїв на мікровакуумних і напівпровідникових НВЧ-приладах", "Мікропроцесори та мікро-ЕОМ", "Задел", "Задел-1", "Задел-2", "Розвиток методів проектування та виготовлення інтегральних пристроїв на мікровакуумних НВЧ-приладах", а також відповідно до госпдоговорам з НДІ "Істок"(м. Москва), інститутом кібернетики АН УРСР, НВО "Комета" (м.Москва) та ін.

Метою цієї роботи є дослідження перехідних та нестационарних процесів у мікроелектронних базових структурах та розробка НВЧ-пристроїв на їх основі.

Для досягнення зазначеної мети необхідно було вирішити такі питання:

1. Дослідити фізичні механізми перехідних процесів та природу гістерезисних явищ у мікроелектронних НВЧ структурах.
2. Розробити математичну модель базових НВЧ-структур та виконати розрахунок їх основних параметрів.
3. Опрацювати принципи побудови універсальних логічних елементів та пристроїв на НВЧ-приладах з гістерезисом.
4. Опрацювати методику моделювання НВЧ-приладів зі зв'язаними резонаторами та пристроїв на їх основі.
5. Опрацювати фізико-технологічні основи конструктивного виконання мікросхем з активними елементами на основі НВЧ-приладів з гістерезисом.

6. Опрацювати принципи побудови й визначити перспективні напрямки використання пристроїв на основі запропонованих мікроелектронних НВЧ-структур.

Наукова новизна.

1. Розроблені нові фізичні моделі та методика дослідження природи гістерезисних явищ у мікроелектронних НВЧ-структурах, встановлено механізм контурного гістерезису.

2. Запропоновані конструктивні принципи створення елементів та пристроїв на НВЧ-приладах зі зв'язаними резонаторами, які не мають аналогів.

3. Запропоновані принципи конструювання інтегральних мікросхем на основі НВЧ-приладів з гістерезисом, що представляють собою матрицю резонаторів чи уповільнюючих систем з загальним катодом і відбивачем.

Практичне значення.

1. Реалізовані приклади створення пристроїв, які дозволяють здійснювати задання початкових даних в одній системі обчислення, а їх запис - в іншій.

2. Запропоновані загальні принципи конструювання елементів пристроїв, що створені на мікроелектронних приладах з гістерезисом.

3. Запропоновано та реалізовано алгоритм розміщення компонентів в інтегральних схемах, які виконані на мікроелектронних НВЧ-приладах з гістерезисом.

4. Розроблені та реалізовані нові види приладів і пристроїв; логічні елементи, суматор потенційного типу, дешифратор, датчик тиску газів, що відрізняються високою перешкодостійкістю і чутливістю вимірювань, широким діапазоном постачання робочих напруг і температур (від -60 °C до +600 °C), високою радіаційною стійкістю.

Особистий внесок дисертанта.

1. Розроблена методика й апаратура для дослідження перехідних та нестационарних процесів у мікроелектронних НВЧ структурах.

2. Здійснено цикл комплексних досліджень цих процесів та статистична обробка експериментальних результатів, отримані основні висновки та рекомендації.

3. Здійснено розрахунок основних параметрів мікроелектронних НВЧ структур за допомогою ЕОМ.

4. Здійснено макетування, апробування та впровадження НВЧ приладів зі зв'язаними резонаторами та усіляких пристроїв на їх основі.

Промислове впровадження результатів дисертаційної роботи.

Розроблені пристрої випробовані й впроваджені на підприємстві п/с А-7139 (м. Москва) з економічним ефектом за 1982-1990 роки понад 4.0 млн. крб. Впровадження розробок підтверджується також довідками ЗВ0 "Гама" (1996 р.), ВАТ "Завод-Перетворювач" (1996 р.), ЗТМК (1997 р.), завод "Весна" (1997 р.). Розроблений датчик тиску газів апробований та рекомендований до впровадження на Запорізькій ДРЕС з метою створення радіаційно-стійких систем контролю й попередження аварійних ситуацій.

Вірогідність одержаних результатів підтверджується їх відповідністю необхідним вимогам щодо метрологічного забезпечення експерименту та обробки результатів вимірювання, узгодженням пропозицій та висновків з нормами й вимогами практичного матеріалознавства та приладобудування.

Апробація роботи. Результати дисертації повідомлені й обговорені на науково-технічних конференціях: "Проектування

й впровадження автоматизованих інформаційних систем" / м. Москва, 1984 р./, "Проблеми автоматичного контролю й керування в технології виробництва РЕА та підвищенні якості продукції" / м. Київ, 1986 р./; на всесоюзних науково-технічних семінарах: "Проблеми й перспективи передачі та обробки даних" / м. Рига, 1987 р./, "Питання проектування мікропроцесорних систем та їх застосування" / м. Вінниця, 1988 р./; на секції з комплексно-цільової програми "Мікропроцесори та мікро-ЕОМ" /м. Москва, 1990 р./; на VI Координаційній нараді "Розвиток методів проектування й виготовлення інтегральних запам'ятовуючих пристроїв" /м. Москва, 1992 р./; на V Українській науково-технічній конференції "Пристрої перетворення інформації для контролю та керування в енергетиці" /м. Харків, 1996 р./.

Публікації. За темою дисертації опубліковано 10 робіт.

Структура і обсяг дисертації. Робота містить вступ, 6 розділів, висновки та додатки, викладена на 116 сторінках машинописного тексту та має 45 рисунків, 5 таблиць, та список літератури з 123 найменувань.

СТИСЛИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступові обґрунтована актуальність теми дисертації, сформульована мета роботи, зазначені її новизна й практичне значення.

У першому розділі здійснено аналіз перехідних та нестационарних процесів в мікроелектронних структурах, а також методи їх аналізу. Вирішення основної задачі теорії перехідних процесів по встановленню зв'язку між перехідними характеристиками (нестационарні струм та напруга) та фізичними параметрами приладу, його конструкцією, застосованими матеріалами та геометрією, а також параметрами електричного кола, дозволило з'ясувати гранично досяжне значення максимальної швидкості переходу схеми зі стійкого стану в інший та її залежність від інших характеристик схеми, наприклад, стійкості, навантажувальної здатності і т.п.

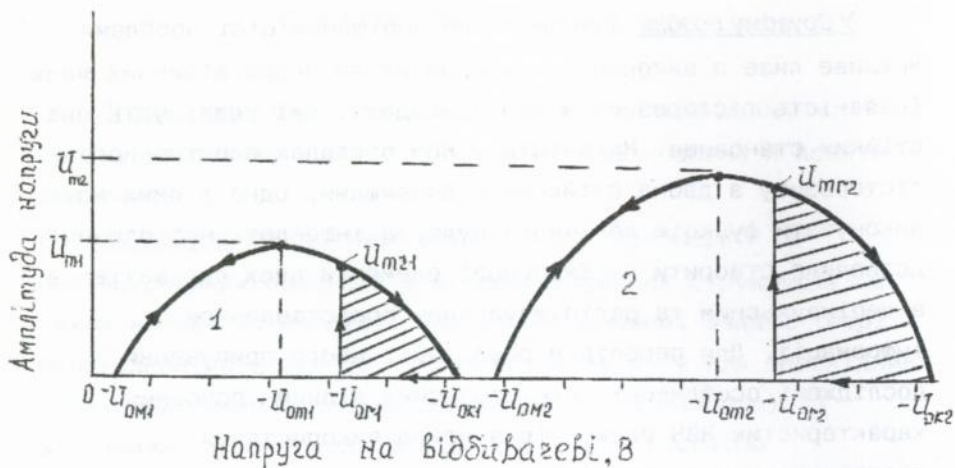
Аналіз перехідних процесів у транзисторних та діодних структурах виявив, що мінімальна тривалість часу перемикання знаходиться у межах декількох наносекунд. При цьому, головну роль в обмежуванні швидкості перехідних процесів відіграють паразитні ємності та індуктивність приладів, що й обмежує тактові частоти сучасних схем до 500-700 МГц. Виявлено, що швидкість перемикання логічних елементів на транзисторних структурах досягає 0.5-1 нс, при цьому витрати потужності на один каскад дорівнюють 15-20 мВт при відносно невеликих розмірах електронних блоків. У зв'язку з цим виникає проблема ефективного застосування надшвидкодіючих елементів та мікросхем, тому що втрати під час передавання сигналу по лініям зв'язку дорівнюють 70-80%.

У другому розділі виявлено, що вирішення цієї проблеми можливе лише з використанням принципово нових фізичних явищ (наявність гістерезису в НВЧ-приладах), які реалізують два стійких становища. Наявність у НВЧ-приладах електронного гістерезису з двома стійкими становищами, одне з яких може виконувати функцію логічного нуля, а інше-логічної одиниці, дозволило створити на їх основі елементи двох варіантів: з відеоімпульсним та радіоімпульсним представленням інформації. Для перевірки реалізації цього припущення досліджені особливості гістерезисних ділянок основних характеристик НВЧ елементів з метою використання відеоімпульсного представлення логічних функцій.

Розроблена відповідна установка для досліджень гістерезисних явищ. Виявлено, що потужність НВЧ коливань, а також їх частота залежать від напруги на відбивачеві та резонаторі. На рис.1. зображена ідеалізована залежність амплітуди напруги НВЧ коливань U_m від напруги на відбивачеві U_v , за умови деякої сталої напруги на резонаторі U_p . Перша особливість цієї залежності: з ростом негативного потенціалу відбивача НВЧ-генерація існує в окремих зонах (на рис.1. зображені перші дві зони генерації), причому ширина кожної наступної зони та амплітуда коливань в ній більші, ніж у попередній. Друга особливість: у кожній зоні є гістерезисна ділянка, яка на малюнку заштрихована.

Дослідження виявили, що реальні залежності $U_m(-U_v)$ на рис.2. суттєво відрізняються від ідеалізованих на рис.1. З рисунку 2 можна зробити висновок, що при зменшенні напруги на резонаторі U_p відбуваються такі процеси:

- зони НВЧ-генерації з їх гістерезисними ділянками зсуваються відносно осі напруги на відбивачеві $-U_v$ праворуч - у напрямку негативних значень U_v . Вимірювання виявили, що зсув максимальної амплітуди НВЧ-коливань U_m для всіх



U_{m1}, U_{m2} - максимальні амплітуди НВЧ-коливань у відповідних зонах;

$-U_{om1}, -U_{om2}$ - спадання напруги на відбивачеві, відповідають початку НВЧ генерації в зонах;

$-U_{om1}, -U_{om2}$ - максимальні амплітуди НВЧ генерації;

$-U_{ок1}, -U_{ок2}$ - амплітуди припинення НВЧ генерації, а також початку гістерезису в зонах;

$-U_{or1}, -U_{or2}$ - амплітуди лавиноподібного зростання гістерезисної генерації до НВЧ амплітуд U_{mr1}, U_{mr2} в зонах.

Рисунок 1. Ідеалізована характеристика НВЧ приладу.

випробуваних приладів в середньому дорівнює 1 В при кожному зменшенні напруги на резонаторі на 6%;

- при зменшенні U_p на кожні 10% амплітуди НВЧ коливань U_m також знижується приблизно на 5-6%, що небажано, але при такому малому зменшенні та при застосуванні додаткових зусиль особливого значення не мають.

Якщо під час виконання логічних операцій не потрібні великі амплітуди НВЧ коливань, краще робочу ділянку вибирати в першій зоні генерації.

Доведено, що використання явища електронного гістерезису в мікроелектронних НВЧ приладах дає можливість створювати різні логічні елементи та пристрої, в яких відсутні пасивні та активні елементи, окрім запропонованих. Враховуючи можливість подальшого підвищення частоти власних коливань (при значному зменшенні їх розмірів), а також можливості зменшення часу перехідних процесів, завдяки підбиранню оптимального режиму роботи приладів, на їх основі розроблені логічний елемент, лічильник, суматор, запропоновано виконання окремих блоків для однопроцесорної схеми лічильного пристрою ШПФ (швидке перетворювання Фур'є). Характерними особливостями цих пристроїв є висока стабільність їх параметрів, незалежність від впливу навколишнього середовища (вплив температури, вологи, радіації і т.п.), принципово необмежений термін роботи. Ці системи є достатньо універсальними й відзначаються високою надійністю.

У третьому розділі проведено розрахунок по визначенню часу встановлення НВЧ коливань в МЕР-приладах, подібних до транзистора з біжучою хвилею, використовуючи таке співвідношення:

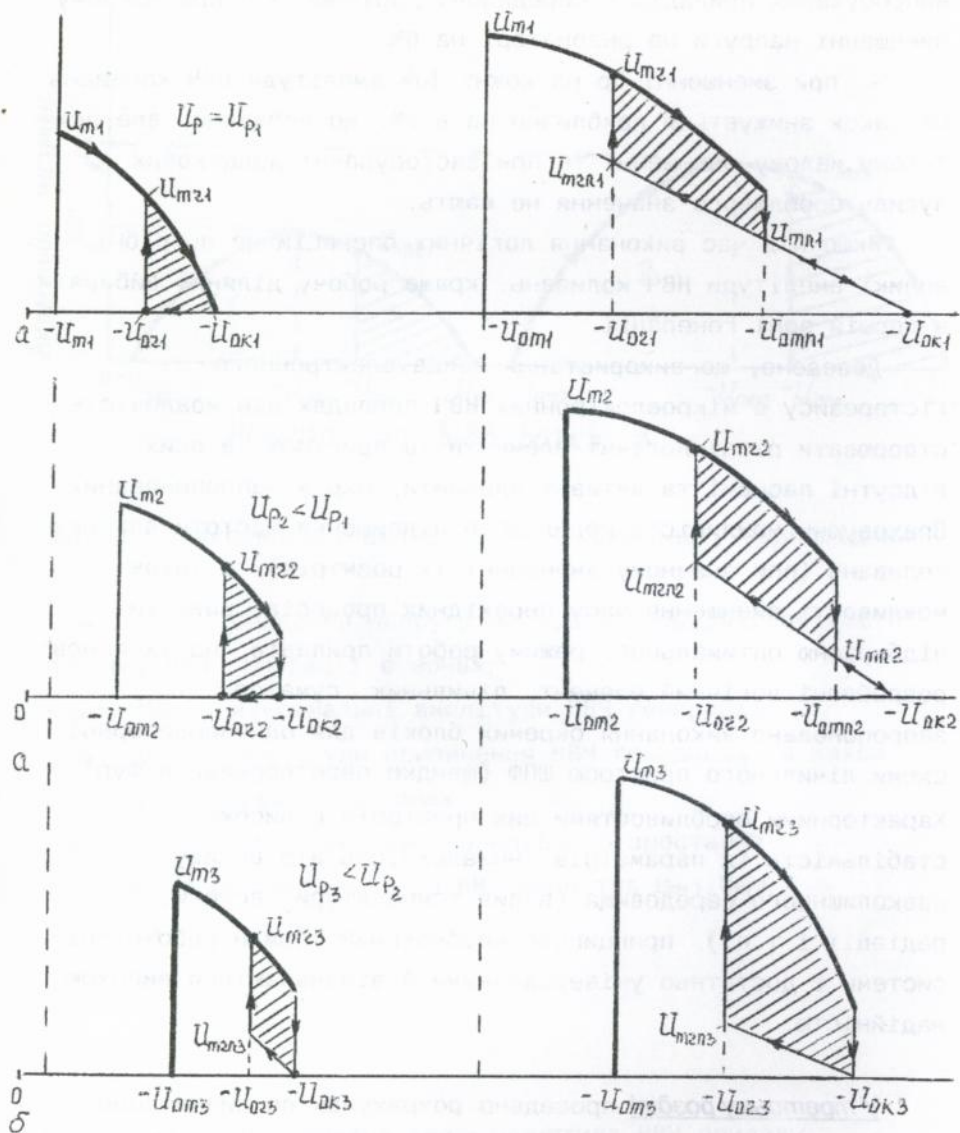


Рисунок 2. Графік впливу напруги резонатора на параметри гістерезису в першій (а) та другій (б) зонах НВЧ генерації.

$$\frac{t_{\text{вем}}}{T} \cdot \ell_n \frac{U_i(t)}{U_i(0)} = \alpha,$$

в якому α - стала величина для конкретного МЕР-приладу ($\alpha \neq 0$).

З'ясовано, що у випадках, коли $t_{\text{вст.}} \approx 0$ та $t_{\text{вст.}} \rightarrow \infty$, значення НВЧ коливань з часом не змінюється і $U_1(t) = U_1(0)$. Це досить добре узгоджується з фізикою процесів, які відбуваються: перший випадок $t_{\text{вст.}} = 0$, $U_1(t) = U_1(0)$, другий - $t_{\text{вст.}} \rightarrow \infty$, $U_1(t) = U_1(0)$ - говорить про те, що значення $U_1(0)$ в цьому випадку таке, що при ньому вже існує рівновага між електронною потужністю та потужністю втрат.

Для МЕР-приладів з визначеними параметрами вихідного матеріалу та відомими розмірами робочої області з'ясовано, що час встановлення коливань $t_{\text{вст.}}$ тим менший, чим менший питомий опір вихідного матеріалу та діелектрична проникність з урахуванням заземлених поверхонь. Значення $t_{\text{вст.}}$ залежить також від геометричних розмірів робочого простору МЕР - приладів: $t_{\text{вст.}}$ знижується, коли меншає відстань між катодом та анодом та більшає товщина епітаксійного шару. Крім того виявлено, що перемикання вигідно здійснювати за умовою меншої негативної напруги на затворі, тому що в цьому випадку прилад більш чутливий.

Нове конструктивно-технологічне рішення виникло завдяки створенню логічних елементів та пристроїв на принципі використання явища контурного гістерезису МЕР-приладів. Запропоновано дешифратор, в якому є бістабільні елементи (БЕ) виготовлені у вигляді НВЧ(МЕР) приладів з контурним гістерезисом. В кожному БЕ є чотири НВЧ прилади та розміщені дві пари зв'язаних контурів на входах і дві пари зв'язаних контурів на виходах, пов'язаних за допомогою невзаємних магнітних елементів. Перемикання БЕ зі стану логічного "нуля" в стан логічної "одиниці" здійснюється при практично однакових амплітудах коливань на частотах зв'язку, одній з

яких надається значення логічного "0", другій - "1". Час встановлення коливань, коли відбувається перемикання з однієї частоти на іншу, за умовою, що рівень коливань на цих частотах приблизно однаковий, надзвичайно малий і дорівнює одному-двом періодам коливань на власній резонансній частоті.

Дослідження можливості використання МЕР приладів як БЕ дозволить застосовувати їх у різних пристроях, які працюють в умовах підвищеної радіації, температури, складних умовах вібрації, ударів, а також в установках для усіляких фізичних, біологічних, медичних досліджень.

В четвертому розділі подано теоретичний аналіз систем НВЧ приладів зі зв'язаними резонаторами, який довів перспективність використання в них явища контурного гістерезису для створення надійних логічних елементів та пристроїв.

Запропонована методика моделювання НВЧ приладів зі зв'язаними резонаторами, яка являє собою послідовність знаходження резонансних частот зв'язку й ширини смуги пропускання за умов різних відстаней між контурами зв'язаних систем та дослідження перехідних процесів.

Визначені залежності мінімальної амплітуди перемикального сигналу від його частотного розстроювання відносно частот зв'язку, а також знайдені часи встановлення, коли система перекидається з однієї частоти зв'язку на іншу.

Розроблена експериментальна установка для дослідження зони генерації комплекту приладів та відібрані пари приладів з однаковими резонансними частотами. На рис.3. та 4 зображені частотні та гістерезисні характеристики приладів, які знаходяться у зв'язаному стані.

Внаслідок досліджень був виявлений зв'язок на розміщених поряд зонах генерації. При цьому також були

отримані гістерезисні й частотні характеристики для основних зон генерації, які досліджувалися у системі зв'язаних контурів. З результатів розглянутих зв'язаних зон можна зробити висновок, що в невідповідних за частотою приладах виникають явища в додаткових піках на краях основної зони генерації.

Таке ж явище виникає у приладах, де зони генерації виникають близько одна до одної.

Дослідження виявили, що перемикання бістабільних елементів, які створені на НВЧ приладах зі зв'язаними резонаторами, зі стану логічного "0" в стан логічної "1" здійснюється при практично однакових амплітудах коливань на частотах зв'язку, одній з яких надається значення логічного "0", іншій - "1". Час встановлення коливань, коли відбувається перемикання з однієї частоти зв'язку на іншу, за умовою, що рівень коливань на цих частотах приблизно однаковий, надзвичайно малий і дорівнює одному двом періодам коливань на власній резонансній частоті.

Виявлено, що розширення в два-три рази смуги частот між двома стійкими становищами таких БЕ, в порівнянні з іншими відомими елементами, дозволяє створювати логічні елементи та пристрої, в яких збільшені допуски на частоти інформаційних сигналів та, відповідно, допуски на постачальні напруги зміщення між електродами, що дозволяє досягти високої стабільності їх роботи, яка характеризується цілковитою відсутністю перебоїв.

Опрацьовані фізико-технологічні основи конструювання мікросхем, які складаються з НВЧ приладів.

Складений алгоритм розміщення компонентів ІС, який враховує ліквідацію спонтанного зворотнього зв'язку між елементами. Цього можна досягти, завдяки чергуванню елементів з різними частотами, що виключає виконання умовного балансу фаз та виникнення самозбудження елементів.

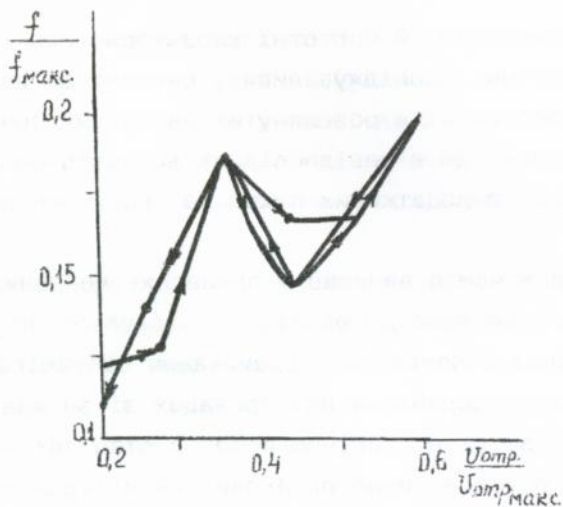


Рисунок 3. Частотні характеристики НВЧ приладів, які знаходяться у зв'язаному стані.

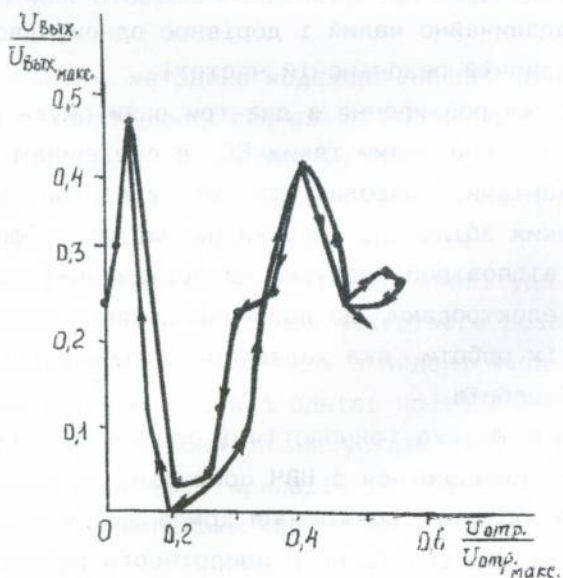


Рисунок 4. Гістерезисні характеристики НВЧ приладів, які знаходяться у зв'язаному стані.

У п'ятому розділі наведені рівняння, що описують процеси в мікроелектронних НВЧ приладах. Визначено, що при змінній геометричній розмір мембрани хвилеводного "вікна" відповідно розміру високочастотної щілини цих приладів, які знаходяться під впливом зовнішніх факторів, наприклад тиску, змінюється резонансна частота і еквівалентна ємність. Здійснено розрахунок цих параметрів на ЕОМ і побудовані відповідні залежності.

Запропоновані принципи створення й схема датчика тиску газу на основі резонатора НВЧ приладу з фіксованою резонансною частотою, ізолюваного від зовнішнього середовища пружною мембраною, яка закріплена на хвилеводному вікні цього приладу. Мембрана виготовлена травленням діелектричного вікна товщиною 5-15 мкм, що підвищує чутливість та знижує інерційність датчика. Встановлено, що чутливість датчика можна змінювати до 10% від початкової величини, завдяки виготовленню зовнішньої поверхні мембрани шорсткою, тобто змінюючи величину ефективної поверхні та сили поверхневого натягу.

Попередні дослідження й апробування на Запорізькій ДРЕС (м. Енергодар) довели, що запропоновані датчики можуть бути використані для створення радіаційно-стійких систем контролю та попередження аварійних ситуацій на атомних електростанціях.

Моделювання датчиків довело їх придатність для експлуатації в умовах космосу, при цьому в більшості випадків спеціальний захист від діянь проникної радіації не потрібний. При налагодженні цієї моделі з метою підвищення вірогідності моделювання використані результати досліджень характеристик мікроелектронних НВЧ структур у вакуумі.

У шостому розділі наведені результати маркетингових досліджень з метою визначення конкурентної спроможності запропонованих розробок.

ВИСНОВКИ

1. На підставі аналізу загальних фізичних закономірностей перехідних та нестационарних процесів та природи гістерезисних явищ в мікроелектронних твердотілих і вакуумних НВЧ структурах з'ясовано, що вони мають хорошу швидкість (10^{13} - 10^{15} с) та споживають невелику потужність. Це дозволяє прогнозувати їх ефективне застосування в НВЧ інтегральних пристроях.

2. Опрацьована методика моделювання НВЧ приладів зі зв'язаними резонаторами, які дозволили використати нові конструктивні і фізико-технологічні принципи створення мікросхем з активними елементами на основі НВЧ приладів з гістерезисом.

3. На підставі розроблених мікроелектронних НВЧ елементів сконструйовані і реалізовані прилади та пристрої нового типу, які відрізняються стійкістю до навколишніх дій, стабільністю та хорошим відтворенням інформації.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ ОПУБЛІКОВАНИЙ У ПРАЦЯХ:

1. Ніконова З.А. Дослідження перехідних процесів в мікроелектронних структурах // Науково-технічна конференція з НВЧ техніки. Тез. доп. - Київ, 1984. - С.16.
2. Баранцева О.Д., Ніконова З.А. Дослідження нової елементної бази для швидкісних ЕОМ // Спецелектроніка. - М., 1986. - Вип.6. - С.7-19.
3. Баранцева О.Д., Ніконова З.А. Створення блоків ЕОМ на мікровакуумних НВЧ приладах з підвищеною швидкодією // Науково-технічний семінар "Проблеми й перспективи передачі та телеобробки даних". Тез. доп. - М., - 1986. - С.32-33.
4. Ніконова З.А., Баранцева О.Д. Створення стійких до зовнішніх діянь блоків ЕОМ на мікровакуумних та напівпровідникових НВЧ приладах // Спецелектроніка. - М., 1987. - Вип.10. - С.29.-41.
5. Ніконова З.А. Проблеми розвитку обчислювальних систем // Науково-технічна конференція "Мікропроцесори та мікро-ЕОМ". Тез. доп. - Київ, - 1988. - С.34-37.
6. Баранцева О.Д., Савченко В.Г., Ніконова З.А. ШПФ-пристрій та вузли ЕОМ на НВЧ приладах з електронним гістерезисом // Координаційна нарада "Розвиток методів проектування й виготовлення інтегральних запам'ятовуючих пристроїв". Тез. доп. - М., 1988. - С.41-42.
7. Ніконова З.А., Баранцева О.Д., Савченко В.Г., Моцак Т.А. ШПФ-пристрій та вузли ЕОМ на МЕР приладах // Спецелектроніка. - М., 1989. - Вип.6. - С.9-22.
8. Гундарев Г.Е., Ніконова З.А., Стрельников Г.В. Дослідження елементної бази швидкісних ЕОМ на НВЧ приладах з гістерезисом // Компоненти й матеріали електронної техніки. - Київ, 1990. - С.107-119.
9. Levinzon D.I., Nikonova Z.A. Simolution of units microwave integral circuits // Proc. of Int. Conf.

"Microelectronics-95", September 1995, Paris, France.

Published by SPIE, USA. 1995, - V. 1983. - P. 223-232.

10. Ніконова З.А., Костенко В.Л. Мікровоакуумні сенсори для протиаварійної автоматики // V Українська науково-технічна конференція "Пристрої перетворення інформації для контролю й керування в енергетиці". Тез. доп. - Харків, 1996. - С. 42-43.

11. Авторське свідоцтво СРСР, №1378756, Дешифратор Баранцева О.Д., Ніконова З.А. - ДСП. - 1988.

12. Заявка України на винахід, №9603188 від 27. 03. 96 МКИ⁵ G01R 27/26. - Резонансний датчик тиску. - Ніконова З.А., Левінзон Д.І., Костенко В.Л.

Research of transition non-stationary processes in microwave structures and developing of microwave devices and units based, on mentioned processes.

Masters thesis on speciality 05.27.03 - Technology, equipment and fabrication electronic engineering materials and devices.

The Kherson Industrial Institute, Kherson, 1997.

There were defended 10 scientific research works, authors certificate and the claim of Ukraine for a invention.

These works present theoretical and experimental researches of transition non-stationarity processes in microwave devices including hysteresis; microwave device systems including coherent resonators.

Principles of logic elements and units construction in microwave devices including coherent resonators and devices based on the mentioned process are developed. Physic and technological basis of structural design of ICs consisting of microwave devices including hysteresis are also developed.

Principles of construction and circuit design of gas pressure transducer based on minitron resonator with fixed

resonant frequency are presented. Results of reduction thesis materials to practice were checked at specialized firm A-7139 Moscow, Zaporozhye plant "Gamma", plant "Transformer", "ZTMK" and plant "VESNA".

Keywords: transition process; microwave devices including hysteresis; microelectronic structures; microwave devices systems with coherent resonator.

Ніконова З.А. Дослідження перехідних та нестационарних процесів у мікроелектронних структурах та створення НВЧ приладів і пристроїв на їх основі. Дисертація (рукопис) на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.27.03.- технологія, обладнання і виробництво матеріалів та пристроїв електронної техніки, Херсонський індустріальний інститут, Херсон, 1997 р. Захищається 10 наукових робіт, авторське свідоцтво та заявка України на винахід, які містять теоретичні і експериментальні дослідження перехідних та нестационарних процесів у НВЧ приладах з гістерезисом, систем НВЧ приладів зі зв'язаними резонаторами.

Опрацьовані: принципи створення логічних елементів та пристроїв на НВЧ приладах з гістерезисом; методика моделювання НВЧ приладів зі зв'язаними резонаторами та пристроїв на їх основі; фізико-технічні принципи конструктивного виконання мікросхем, які складаються з НВЧ приладів з гістерезисом; принципи створення й схема розробки датчика тиску газів на основі резонаторів НВЧ приладу з фіксованою резонансною частотою.

Наведені результати матеріалів дисертації впроваджені в промислових умовах на п/с А-7139, м. Москва, Запорізькому виробничому об'єднанні "Гама", ВАТ "Завод Перетворювач", Запорізькому титано-магнієвому комбінаті, заводі "Весна".

Ключові терміни: перехідний процес, НВЧ прилад з гістерезисом, мікроелектронні структури, система НВЧ приладів зі зв'язаними резонаторами, датчик.

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, cursive letters. The signature is positioned in the upper right quadrant of the page.

Підписано до друку 17.03.97 р. Формат 60x84 1/16. Папір офсетний.
Умовн. друк. арк. 1,4 Обл.-вид. арк 1,4 Тираж 100 пр.
Замовлення № 30

Надруковано в типографії Запорізької державної інженерної академії
з оригінал-макету автора
330006, м. Запоріжжя, пр. Леніна, 226

435881

AB 37.347