



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 89959

(13) C2

(51) МПК (2009)
H01Q 21/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) КОАКСІАЛЬНО-КОЛІНЕАРНА АНТЕНА

1

2

(21) а200700451

(22) 16.01.2007

(24) 25.03.2010

(46) 25.03.2010, Бюл. № 6, 2010 р.

(72) СЛЮЗКІН ВІТАЛІЙ ГЕННАДІЙОВИЧ, РЕДЬ-
КІНА ОЛЕНА ОЛЕКСАНДРІВНА(73) СЕВАСТОПОЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕ-
ХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

S 5600338 A; 04.02.1997

US 2004125038 A1; 01.07.2004

RU 2144247 C1; 10.01.2000

RU 2101810 C1; 10.01.1998

Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ. – М.:
Высшая школа, 1988. – С. 246 - 251

UA 2003043093 C2; 15.01.2004

UA 40805 C2; 15.06.2004

UA 73352 C2; 15.07.2005

RU 2107364 C1; 20.03.1998

RU 2144720 C1; 20.01.2000

US 4369449 A; 18.01.1983

WO 9406170 A1; 17.03.1994

JP 57063905 A; 17.04.1982

US 6201509 B1; 13.03.2001

DE 4225298 A1; 03.02.1994

(57) 1. Коаксіально-колінеарна антена, що містить перший і другий елементи, які мають вигляд порожнистого циліндра і розташовані співвісно, коаксіальний фідер і першу перемичку, причому коаксіальний фідер розташований в порожнині першого елемента співвісно, а зовнішній провідник коаксіального фідера сполучений першою перемичкою з внутрішньою поверхнею першого елемента на відстані біля чверті довжини хвилі від торця першого елемента, через який проходить коаксіальний фідер, яка **відрізняється** тим, що антена до-

датково містить третій елемент, який має форму порожнистого циліндра і розташований між першим і другим елементами співвісно з ними і відокремлений від них зазорами, стрижень з діаметром, рівним діаметру зовнішнього провідника коаксіального фідера, розташований з коаксіальним фідером співвісно і відокремлений від кінця коаксіального фідера зазором, причому центральний провідник коаксіального фідера сполучений із торцем стрижня, другу перемичку і третю перемичку, крім того зазори між першим і третім елементами, а також між другим і третім елементами розташовані на рівних відстанях від зазору між кінцем коаксіального фідера і торцем стрижня, друга перемичка розташована всередині порожнини першого елемента поблизу зазору між першим і третім елементами і сполучає внутрішню поверхню першого елемента із зовнішньою поверхнею зовнішнього провідника коаксіального фідера, а третя перемичка розташована всередині порожнини другого елемента поблизу зазору між другим і третім елементами і сполучає внутрішню поверхню другого елемента з поверхнею стрижня.

2. Коаксіально-колінеарна антена за п. 1, яка **відрізняється** тим, що антена містить додатково 2^{N+1} елементів і 2^N перемичок, де N - число ступенів коаксіального дільника живлення більше 1, причому додаткові елементи розташовані зовні від елементів, число, конструкція і розміщення яких відповідає антені з числом ступенів коаксіального дільника живлення, рівним N-1, а додаткові перемички сполучають внутрішні поверхні додаткових елементів із зовнішніми поверхнями елементів, відповідних антені з числом ступенів коаксіального дільника живлення, рівним N-1.

Винахід відноситься до радіотехніки і може бути використаний, наприклад, в системах радіозв'язку.

Відомі вібраторні антени у вигляді симетричного або несиметричного вібратора з живленням від симетричного або несиметричного фідера (див., наприклад: Марков Г.Т. Антенны и устройства СВЧ / Г.Т. Марков, Д.М. Сазонов. - М.: Энергия, 1975. - 528с.) але вони мають слабку спрямованість випромінювання і, отже, мають низький кое-

фіцієнт направленої дії. Збільшити коефіцієнт направленої дії шляхом збільшення довжини вібратора понад певну межу неможливо, оскільки розподіл струмів по вібратору придбає ділянки протифаз, а випромінювання від цих ділянок приведе до виникнення в діаграмі спрямованості бічних пелюсток, отже, зниженню коефіцієнта направленої дії. Відома синфазна антенна решітка з декількох вібраторів (див. там же), що забезпечує більший коефіцієнт направленої дії шляхом прос-

(13) C2

(11) 89959

(19) UA

торового складання випромінювань від окремих вібраторів, проте вона має складну конструкцію, а елементи схеми живлення антенної решітки, розташовані між вібраторами, знаходяться в ближньому полі антени, чим впливають на полі її випромінювання, істотно погіршуючи електричні характеристики антени.

Найбільш близькій до пропонованого винаходу є двоелементна вібраторна антена із співісним живленням від коаксіального фідера (див.: Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ / Д.М. Сазонов. - М.: Высшая школа, 1988.- 432с.). Антена містить випромінюючу структуру з першого і другого елементів, коаксіальний фідер і перемичку. Елементи виконані з провідного матеріалу і мають циліндрову форму, однакові або різні діаметри, багато менші довжини хвилі, однакові або різні довжини, сумірні довжини хвилі. Елементи розташовані співісний і відокремлені один від одного багато меншим довжини хвилі зазором. Перший елемент виконаний порожнистим, причому коаксіальний фідер прокладений по осі першого елемента, а зовнішній провідник коаксіального фідера підключений до першого елемента в районі зазору між першим і другим елементами. До торця другого елемента в районі зазору між першим і другим елементами підключений центральний провідник коаксіального фідера. На відстані біля чверті довжини хвилі від торця першого елемента, через який підводить коаксіальний фідер, зовнішній провідник коаксіального фідера сполучень з внутрішню поверхню першого елемента перемичкою. Завдяки співісному розташуванню елементів і коаксіального фідера забезпечується симетричне збудження електричних струмів на зовнішніх поверхнях першого і другого елементів, а завдяки наявності перемички запобігає затікання струмів на зовнішню поверхню зовнішнього провідника коаксіального фідера, оскільки внутрішня поверхня першого елемента, зовнішній провідник коаксіального фідера і перемичка утворюють короткозамкнутий чвертьхвильовий відрізок коаксіальної лінії, на вході якого реалізується режим ефективного холостого ходу.

Недоліком відомої двоелементної вібраторної антени є неможливість забезпечити значення коефіцієнта направленої дії, що перевищують певну межу, обумовлену принциповим обмеженням на довжини елементів випромінюючої структури.

У основу винаходу поставлено завдання підвищити коефіцієнт направленої дії антени шляхом збільшення числа елементів випромінюючої структури і введення в конструкцію антени пристрою живлення на основі коаксіального дільника живлення, який принципово здатний забезпечити синфазне збудження випромінюючої структури при скільки завгодно великій кількості елементів, причому довжини елементів повинні задовольняти певним умовам, але не обов'язково повинні бути рівними.

В порівнянні з відомим, запропоноване технічне рішення проявляє нову технічну властивість, що полягає в досягненні вищих значень коефіцієнта направленої дії антени.

Ця властивість є новою, оскільки прототип, через властивий йому недоліку, витікаючого з принципової неможливості збільшити довжини елементів випромінюючої структури понад певну межу, не може забезпечити значення коефіцієнта направленої дії, що перевищують певну межу. Таким чином, відмітні ознаки є істотними і технічне рішення, що заявляється, відповідає критерію «істотні відмінності».

Схема антени з одним ступенем коаксіального дільника живлення і випромінюючою структурою з трьох елементів представлена на кресленні (Фіг.1).

Антенна містить випромінюючу структуру, що складається з елемента 1, елемента 2 і елемента 3, і пристрій живлення, що складається з коаксіального фідера 4, стрижня 5, перемички 6, перемички 7 і перемички 8. Елементи 1, 2 і 3 виконані з провідного матеріалу і мають форму полого циліндра з діаметром, багато меншим довжини хвилі. Стрижень 5 виконаний з провідного матеріалу і має форму циліндра з діаметром, рівним діаметру зовнішнього провідника коаксіального фідера 4. Елементи 1, 2 і 3 розташовані співісний і відокремлені один від одного зазорами, багато меншими довжини хвилі. Коаксіальний фідер 4 і стрижень 5 розташовані усередині порожнин елементів 1, 2 і 3 співісний з ними, причому центральний провідник коаксіального фідера 4 підключений до стрижня 5, а кінець коаксіального фідера 4 і торець стрижня 5 відокремлені зазором, багато меншим довжини хвилі. Елемент 3 розташований уздовж осі антени симетрично щодо зазору між кінцем коаксіального фідера 4 і торцем стрижня 5. Внутрішня поверхня елемента 2 сполучена перемичкою 6 із стрижнем 5 поблизу зазору між елементом 2 і елементом 3. Внутрішня поверхня елемента 1 сполучена із зовнішнім провідником коаксіального фідера перемичкою 7 поблизу зазору між елементом 1 і елементом 3, а також перемичкою 8, розташованій на відстані біля чверті довжини хвилі від зовнішнього торця елемента 1, через який підводить коаксіальний фідер. Довжини елементів 1, 2 і 3 сумірні довжини хвилі і підбираються для досягнення необхідних електричних характеристик антени, причому для досягнення симетрії щодо центру антени довжина елемента 1 рівна довжині елемента 2. Стрижень 5 має довжину, достатню для розміщення перемички 6. Положення перемички 6 і перемички 7 щодо зазорів між елементами 1 і 3, 2 і 3 підбираються для досягнення необхідних електричних характеристик антени. Хвильовий опір коаксіальної лінії, освіченою внутрішньою поверхнею елемента 3, зовнішньою поверхнею зовнішнього провідника коаксіального фідера 4 і зовнішньою поверхнею стрижня 5 підбирається для досягнення необхідних електричних характеристик антени.

Антенна в режимі передачі працює таким чином. Електричний сигнал, що підводиться ззовні через коаксіальний фідер 4, порушує зазор між кінцем коаксіального фідера 4 і торцем стрижня 5, чим породжує дві електромагнітні хвилі протифаз, що розповсюджуються в коаксіальній лінії, освіченою внутрішньою поверхнею елемента 3, зовнішньою поверхнею зовнішнього провідника коаксі-

льного фідера 4 і зовнішньою поверхнею стрижня 5, в обидві сторони від зазору між кінцем коаксіального фідера 4 і торцем стрижня 5. Електромагнітні хвилі протифаз, завдяки симетричному розташуванню елементу 3 щодо зазору між кінцем коаксіального фідера 4 і торцем стрижня 5, набувають однакових по величині зрушень фаз на шляху від зазору між кінцем коаксіального фідера 4 і торцем стрижня 5 до зазорів між елементами 1 і 3, 2 і 3, тому порушують зазори між елементами 1 і 3, 2 і 3 так, що електричні струми на зовнішніх поверхнях елементів 1, 2 і 3 збуджуються синфазний. Електричні струми, що досягають зовнішнього торця елементу 1, затікають на внутрішню поверхню елементу 1 і порушують електромагнітну хвилю в коаксіальній лінії, освіченою внутрішньою поверхнею елементу 1 і зовнішньою поверхнею зовнішнього провідника коаксіального фідера 4. Оскільки відстань від зовнішнього торця елементу 1 до перемички 8 складає біля чверті довжини хвилі, у зовнішнього торця елементу 1 формується режим ефективного холостого ходу для електричних струмів, що протікають по зовнішній поверхні елементу 1, чим забезпечуються відсутність електричних струмів на зовнішній поверхні зовнішнього провідника коаксіального фідера 4 і однакові умови для формування розподілу електричних струмів поблизу зовнішнього торця елементу 1 і зовнішнього, по відношенню до зазору між елементами 2 і 3, торця елементу 2. Завдяки цьому, а також унаслідок рівності довжин елементів 1 і 2 забезпечується рівність амплітуд електричних струмів, що порушуються в зазорах між елементами 1 і 2, 2 і 3. Електричні струми, що протікають по зовнішнім поверхням елементів 1, 2 і 3, випромінюють в простір електромагнітне поле, при цьому забезпечуючи високі значення коефіцієнта направленої дії завдяки тому, що синфазне, симетричне щодо центру випромінюючій структури, що не містить значних ділянок протифаз розподіл електричних струмів на зовнішній поверхні елементів 1, 2 і 3 забезпечується при значно більшій довжині випромінюючій структури, чим в прототипі.

Внутрішня поверхня елементів 1, 2 і 3, зовнішня поверхня зовнішнього провідника коаксіального фідера 4, поверхня стрижня 5, перемички 6 і 7 складають конструкцію ступеня коаксіального дільника живлення, яка забезпечує збудження двох зазорів між елементами 1 і 3, 2 і 3. Зовнішня поверхня елементів 1, 2 і 3 для коаксіально-колінеарної антени з одним ступенем коаксіального дільника живлення антени є випромінюючою структурою. Для розглянутої коаксіально-колінеарної антени з одним ступенем коаксіального дільника живлення і випромінюючою структурою з трьох елементів існує обмеження на максимальну довжину елементів випромінюючій структури, аналогічне обмеженню на довжину елементів випромінюючій структури прототипу, тому коефіцієнт направленої дії розглянутої коаксіально-колінеарної антени має обмежене значення. Вищі значення коефіцієнта направленої дії забезпечує коаксіально-колінеарна антена з числом елементів випромінюючій структури, рівним п'яти і більш, і числом ступенів коаксіального дільника живлення, рівним двом і більш.

Перехід до коаксіально-колінеарної антени з числом ступенів коаксіального дільника живлення N , рівним двом, і числом елементів випромінюючій структури, рівним $2N + 1 = 5$, від коаксіально-колінеарної антени з одним ступенем коаксіального дільника живлення і з випромінюючою структурою з трьох елементів здійснюється таким чином (Фіг.2).

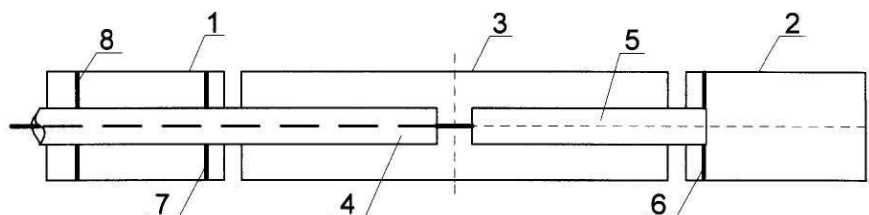
За основу пристрою живлення береться конструкція, аналогічна конструкції розглянутої коаксіально-колінеарної антени з одним ступенем коаксіального дільника живлення, з якої виключена перемичка 8. Склад антени доповнюється випромінюючою структурою з $2^N + 1 = 5$ нових елементів, аналогічними по конструкції елементам 1, 2 і 3 та розташованими співвісно з пристроєм живлення, а також $2^N = 4$ новими перемичками, аналогічними по конструкції перемичкам 6 і 7. Середній з нових елементів розташований щодо центру антени аналогічно елементу 3, а розташування і довжини інших нових елементів задовольняють умові симетрії щодо центру антени. Нові перемички розміщені поблизу зазорів між елементами 1 і 3, 2 і 3 та з'єднуються з внутрішньою поверхнею нових елементів і зовнішньою поверхнею елементів 1, 2 і 3 аналогічно розміщенню і з'єднанню перемичок 6 і 7. Внутрішня поверхня нового елементу, аналогічного по розміщенню елементу 1, з'єднується із зовнішнім провідником коаксіального фідера перемичкою 8, розміщеною і сполученою аналогічно розташуванню і з'єднанню перемички 8 з внутрішньою поверхнею елементу 1.

Коаксіально-колінеарна антена з числом ступенів коаксіального дільника живлення N , рівним двом, працює аналогічно розглянутій коаксіально-колінеарній антені з одним ступенем коаксіального дільника живлення, оскільки зовнішня поверхня елементів 1, 2 і 3 та внутрішня поверхня нових елементів випромінюючій структури утворюють коаксіальну лінію, що порушується зазорами між елементами 1 і 3, 2 і 3, а на зовнішній поверхні нових елементів випромінюючій структури через зазори між цими елементами збуджуються електричні струми, розподіл яких аналогічно розподілу електричних струмів в розглянутій коаксіально-колінеарній антені з одним ступенем коаксіального дільника живлення.

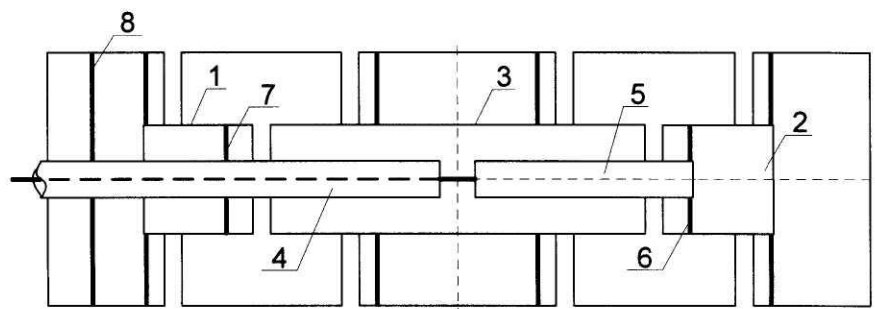
Перехід до коаксіально-колінеарної антени з будь-яким іншим числом ступенів коаксіального дільника живлення N , великим два, і, відповідно, з числом елементів випромінюючій структури, рівним $2^N + 1$, здійснюється шляхом послідовного переходу від коаксіально-колінеарної антени з числом ступенів коаксіального дільника живлення, рівним $N - 1$, введенням $2^N + 1$ нового елементу і 2^N нових перемичок, а також перенесенням перемички 8, причому конструкція, розміщення і з'єднання нових елементів, нових перемичок і перемички 8 виконуються аналогічно конструкції, розміщенню і з'єднанню нових елементів, нових перемичок і перемички 8, описаними вище при переході від коаксіально-колінеарної антени з одним ступенем коаксіального дільника до коаксіально-колінеарної антени з числом ступенів коаксіального дільника живлення N , рівним двом.

Господарський ефект від передбачуваного винаходу обумовлений тим, що пропонована антена при невисокій конструктивній складності дозволяє забезпечувати високі значення коефіцієнта направленої дії, чим прототип, за рахунок чого може бути, наприклад, досягнуто збільшення радіусу дії системи зв'язку без підвищення витрат енергії. Таким чином, пропонована антена при відносно

невеликих відмінностях у вартості і складності від відомих антен, дозволяє реалізувати позитивний господарський ефект, обумовлений тим, що пропонована антена може бути застосована замість складної антенної системи в тих випадках, коли необхідно, щоб антена володіла великим коефіцієнтом направленої дії.



Фіг. 1



Фіг. 2