



УКРАЇНА

(19) UA (11) 92028 (13) C2
(51) МПК (2009)
H01Q 13/08МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СЕКЦІОНОВАНА МІКРОСМУЖКОВА АНТЕНА

1

(21) а200802813
(22) 04.03.2008
(24) 27.09.2010
(46) 27.09.2010, Бюл.№ 18, 2010 р.
(72) СЛЮЗКІН ВІТАЛІЙ ГЕННАДІЙОВИЧ, СІНЬКОВСЬКИЙ МАКСИМ СЕРГІЙОВИЧ
(73) СЕВАСТОПОЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(56) SU 1732407 A1; 07.05.1992
SU 1401530 A1; 07.06.1988
US 2002008663 A1; 24.01.2002
JP 55038706 A; 18.03.1980
UA 28431 U; 10.12.2007
RU 2209497 C2; 27.07.2003
RU 2251768 C2; 10.05.2005
RU 2138105 C1; 20.09.1999
RU 2237952 C1; 10.10.2004
US 2002113748 A1; 22.08.2002
DE 2654530 A1; 08.06.1976
US 4554549 A; 19.11.1985
Панченко. Б. А. Микрополосковые антенны / Б.А.Панченко, Е.И.Нефедов. - М.: Радио и связь, 1986. - 144 с
(57) 1. Секціонована мікросмужкова антена, що містить першу секцію, діелектричну підкладку, провідний екран, причому перша секція має довільну форму з розмірами, сумірними з довжиною хвилі, виконана з провідного матеріалу з товщиною, набагато меншою довжини хвилі, і розташована над провідним екраном на діелектричній підкладці, що має плоску форму з товщиною, набагато меншою довжини хвилі, яка відрізня-

2

ється тим, що антена містить другу секцію такої ж форми і конструкції, що і перша секція, розташовану на діелектричній підкладці симетрично з першою секцією, з малим, в порівнянні з довжиною хвилі, зазором між першою і другою секціями, коаксіальний фідер, прокладений по найкоротшому шляху від краю другої секції до середини зазору між першою і другою секціями, при цьому зовнішній провідник коаксіального фідера з'єднаний з провідним екраном принаймні в одній точці біля краю другої секції і з'єднаний по всій довжині з поверхнею другої секції, а центральний провідник коаксіального фідера сполучений з першою секцією біля зазору між першою і другою секціями, провідник, що має діаметр, рівний діаметру зовнішнього провідника коаксіального фідера, прокладено прокладений по найкоротшому шляху від краю першої секції до середини зазору між першою і другою секціями симетрично до коаксіального фідера, при цьому провідник з'єднаний з провідним екраном принаймні в одній точці біля краю першої секції і сполучений з поверхнею першої секції по всій довжині.

2. Антена за п. 1, яка відрізняється тим, що антена містить реактивний елемент, що погоджує, який має малі, в порівнянні з довжиною хвилі, розміри, при цьому перший затиск реактивного елемента, що погоджує, з'єднаний з центральним провідником коаксіального фідера, а другий затиск реактивного елемента, що погоджує, з'єднаний з першою секцією біля зазору між першою і другою секціями.

Винахід відноситься до радіотехніки і призначено для використання в наземних і супутникових системах радіозв'язку. Відомі пристрої «мікросмужкові антени» (Панченко Б.А. Микрополосковые антенны / Б.А. Панченко, Е.И. Нефедов. - М.: Радио и связь, 1986. - 144 с), які мають випромінюючу структуру у вигляді плоскої провідної пластини (секції), розташованої над плоским екраном на деякій відстані, як правило, на діелектричній підкладці. Найбільш проста по конструкції антена з секцією, що має довільну форму, наприклад, прямокутну, і збуджується несиметричною лінією живлення з боку екрану. Наприклад, при збудженні

коаксіальним фідером його зовнішній провідник з'єднується з екраном, а центральний провідник проходить крізь отвір в екрані і діелектричній підкладці і з'єднується з секцією в точці збудження. Електромагнітні хвилі, що збуджуються в мікросмужковій лінії, створеної секцією і екраном, розповсюджуються в напрямі від точки збудження до центру секції, потім до одного краю секції, а також в протилежному напрямі до іншого краю секції. Ці два краї секції збуджуються електромагнітними хвилями, що дійшли до них. Завдяки цьому вони стають двома випромінюючими щілинами, які породжують в просторі електромагнітне поле. Для

(13) C2

(11) 92028

(19) UA

того, щоб максимум діаграми спрямованості антени був орієнтований в перпендикулярному до екрану напрямі, необхідно, щоб напруга на двох краях секції, створюючих дві випромінюючі щілини, була протифазами, що досягається, коли відстань від точки збудження до однієї випромінюючої щілини і відстань від точки збудження до іншої випромінюючої щілини відрізняються на половину довжини хвилі в мікросмужковій лінії, створеній секцією і екраном. Для забезпечення узгодження вхідних опорів випромінюючих щілин з хвильовим опором коаксіального фідера необхідно, щоб мікросмужкова лінія, певним чином трансформувала вхідні опори випромінюючих щілин до точки збудження, що досягається при певній довжині цієї мікросмужкової лінії. Недоліки пристрою полягають в тому, що розміри відомої мікросмужкової антени не можуть бути менше певного значення, обумовленого необхідністю виконання двох умов: умови забезпечення певної форми діаграми спрямованості антени і умови узгодження на вході антени.

Як прототип до передбачуваного винаходу узятий пристрій «мікросмужкова антена з розгалуженим пристроєм живлення» (див. там же). Вона містить секцію, діелектричну підкладку, провідний екран, пристрій живлення. Секція має довільну форму, наприклад, прямокутну, з розмірами, сумірними з довжиною хвилі, виконана з провідного матеріалу з товщиною, багато меншої довжини хвилі, і розташована на діелектричній підкладці над провідним екраном. Діелектрична підкладка має форму і розміри, достатні для розміщення секції, виконана плоскостопаралельною з товщиною, багато меншою довжини хвилі. Провідний екран, який виконаний плоским, має розміри, значно великі розмірів секції. Пристрій живлення виконаний на основі фідера несиметричного типу, наприклад, коаксіального фідера. Фідер розгалужений на два відрізки, причому електрична довжина одного відрізка на половину довжини хвилі більше електричної довжини іншого відрізка. Відрізки фідера з'єднані своїми зовнішніми провідниками з екраном, а центральні провідники відрізків фідера пропущені крізь отвори в екрані та в діелектричній підкладці і сполучені з секцією в двох точках збудження, розташованих на однакових відстанях від відповідних країв секції. Завдяки різниці довжин відрізків фідера, складовий половину довжини хвилі, напруга в одній точці збудження буде протифазою напруги в іншій точці збудження. Оскільки відстані від точок збудження до відповідних країв секції однакові, електромагнітні хвилі, що порушуються в мікросмужковій лінії, створеній секцією і екраном, забезпечують збудження проти фази відповідних країв секції. В результаті дві випромінюючі щілини, утворені цими краями секції і екраном, породжують в просторі електромагнітні хвилі з такими фазами, при яких максимум випромінювання буде направлений перпендикулярно до екрану незалежно від розмірів секції. Для забезпечення узгодження вхідних опорів двох випромінюючих щілин з хвильовим опором фідера необхідно, щоб мікросмужкова лінія, яка утворена секцією і екраном, певним чином трансформувала вхідні опори двох

випромінюючих щілин до точок збудження, що досягається при певних відстанях від точок збудження до випромінюючих щілин. Недоліком прототипу є те, що його розміри не можуть бути вибрані менше певних значень, обумовлених виконанням умови узгодження його входу.

У основу передбачуваного винаходу поставлено завдання зменшення розмірів антени шляхом зміни складу випромінюючої структури, що полягає в переході від однієї секції до двох і більш секціям, а також шляхом зміни схеми пристрою збудження, заснованому на властивості противофазності напруг на провідниках несиметричного фідера в будь-якому його перетині і на властивості паралельного коливального контура трансформувати опори, завдяки чому знімається обмеження на мінімальні розміри, властиве прототипу, що дозволяє зменшити розміри пристрою.

В порівнянні з відомим, запропоноване технічне рішення проявляє нову технічну властивість, що полягає в можливості забезпечити роботу секціонованої мікросмужкової антени при менших лінійних розмірах, чим у прототипу.

Ця властивість є новою, оскільки в прототипі, через властивий йому недолік, витікаючий з умови певної трансформації вхідних опорів двох випромінюючих щілин відрізками мікросмужкової лінії, створеної однією секцією і екраном, неможливо забезпечити роботу при лінійних розмірах, менших певних значень. У запропонованому технічному рішенні, завдяки наявності двох провідних секцій, випромінюючою є одна щілина, тому відпадає необхідність в трансформації вхідних опорів двох випромінюючих щілин, чим знімається обмеження на мінімальні розміри пристрою. Таким чином, відмітні ознаки є істотними і заявлене технічне рішення відповідає критерію «істотні відмінності».

У додатку представлені наступні графічні фігури:

- схема конструкції антени з двома секціями напівкруглої форми і пристроєм живлення на основі коаксіального фідера (фіг. 1);
- еквівалентна схема антени для режиму передачі (фіг. 2);
- частотні залежності активною і реактивною складових вхідного опору антени поблизу робочої частоти (фіг. 3);
- схема конструкції другого варіанту виконання антени (фіг. 4);
- еквівалентна схема другого варіанту виконання антени (фіг. 5).

Антена складається з секції 1, секції 2, діелектричної підкладки 3, провідного екрану 4, коаксіального фідера 5, провідника 6 і реактивного елементу, що погоджує, 7. Секції 1 і 2 мають однакову довільну форму, наприклад, прямокутну або напівкруглу, з однаковими розмірами, сумірними з довжиною хвилі і виконані з провідного матеріалу у вигляді плоских пластин, що мають малу в порівнянні з довжиною хвилі товщину. Секції 1 і 2 розташовані на діелектричній підкладці 3 над провідним екраном 4 симетрично, з малим в порівнянні з довжиною хвилі зазором між секціями 1 і 2. Діелектрична підкладка 3 має товщину, малу в порівнянні з довжиною хвилі, форму і розміри, що за-

безпечують розміщення секцій 1 і 2. Коаксіальний фідер 5 прокладений по найкоротшому шляху від краю секції 2 до середини зазору між секціями 1 і 2. Зовнішній провідник коаксіального фідера 5 з'єднаний з провідним екраном 4, принаймні, в одній точці біля краю секції 2 і з'єднаний по всій довжині з поверхнею секції 2. Центральний провідник коаксіального фідера 5 з'єднаний з першим затиском реактивного елементу, що погоджує, 7, який має малі в порівнянні з довжиною хвилі розміри. Другий затиск реактивного елементу, що погоджує, 7 сполучений з секцією 1 поблизу зазору між секціями 1 і 2. Провідник 6 має діаметр, рівний діаметру зовнішнього провідника коаксіального фідера 5, і прокладений по найкоротшому шляху від краю секції 1 до середини зазору між секціями 1 і 2 так, щоб забезпечувалося виконання умови центральної симетрії по відношенню до зовнішнього провідника коаксіального фідера 5. Провідник 6 з'єднаний з провідним екраном 4, принаймні, в одній точці біля краю секції 1 і з'єднаний з поверхнею секції 1 по всій довжині. Провідний екран 4 виконаний плоским і має розміри, значно великі розмірів структури з секцій 1 і 2.

Антенна, наприклад, в режимі випромінювання, працює таким чином. Електромагнітна хвиля, що розповсюджується в коаксіальному фідері 5, в точці з'єднання центрального провідника коаксіального фідера 5 з першим затиском реактивного елементу, що погоджує, 7 створює напругу між центральним і зовнішнім провідниками коаксіального фідера 5. Реактивний елемент, що погоджує, 7 передає напругу на свій другий затиск з деяким зрушенням по фазі. Напруга між другим затиском реактивного елементу, що погоджує, 7 і зовнішнім провідником коаксіального фідера 5 порушує зазор між секцій 1 і секцією 2, який, у свою чергу, збуджує в просторі електромагнітне поле, максимум випромінювання якого направлений перпендикулярно до провідного екрану 4 незалежно від розмірів секцій 1 і 2.

Узгодження входу антени при її роботі забезпечується таким чином. Секції 1 і 2 утворюють з екраном електричні ємності C_1 і C_2 , відповідно. Відрізки зовнішнього провідника живлячого коаксіального фідера 5 і провідника 6 від зазору між секцій 1 і секцією 2 до точок з'єднання з провідним екраном 4, утворюють, відповідно, індуктивності L_1 і L_2 , включені паралельно ємностям. Випромінювання електромагнітного поля відповідає відходу енергії із замкнутого об'єму, тому випромінювання можна врахувати активними опорами r_1 і r_2 , включеними послідовно з індуктивностями L_1 і L_2 . Таким чином, еквівалентну схему антени (фіг. 2) можна представити у вигляді джерела збудження U , двох паралельних коливальних контурів $C_1L_1r_1$ і $C_2L_2r_2$, причому один затиск джерела збудження U підключений до паралельного коливального контура $C_2L_2r_2$ безпосередньо, а інший затиск джерела збудження U підключений до паралельного коливального контура $C_1L_1r_1$ через реактивність jX реактивного елементу, що погоджує, 7.

Залежності активної і реактивної складових вхідного опору кожного паралельного коливального контура від частоти мають характерний вигляд

(фіг. 3). Активний опір контура на резонансній частоті f_0 максимальний (величина R_{oe}), він зменшується при будь-якій зміні частоти. Якщо значення R_{oe} більше половини хвильового опору; коаксіального фідера 5, то існують дві частоти f_1 і f_2 , на яких активний опір контура рівний r , але реактивні опори мають протилежні знаки.

При однакових значеннях параметрів контурів $C_1L_1r_1$ і $C_2L_2r_2$ дана умова виконується щодо обох контурів на одних і тих же частотах. Якщо на частоті f_1 або f_2 вибрати реактивний опір jX реактивного елементу, що погоджує, 7 рівним по модулю, але протилежним по знаку сумі реактивних опорів паралельних коливальних контурів $C_1L_1r_1$ і $C_2L_2r_2$, то джерело збудження U буде навантажено сумарним опором, рівним хвильовому опору ρ коаксіального фідера 5, тим самим буде забезпечено узгодження вхідного опору антени з хвильовим опором коаксіального фідера 5.

Другий варіант виконання антени відрізняється відсутністю в її складі реактивного елементу, що погоджує, 7 (фіг. 4). Відповідно, центральний провідник коаксіального фідера 5 сполучений з секцією 1 поблизу зазору між секціями 1 і 2.

Антенна в даному варіанті виконання працює таким чином.

Електромагнітна хвиля, що розповсюджується в коаксіальному фідері 5, в точці з'єднання центрального провідника коаксіального фідера 5 з секцією 1 створює напругу між центральним і зовнішнім провідниками коаксіального фідера 5, яка збуджує зазор між секцій 1 і секцією 2, який, у свою чергу, збуджує в просторі електромагнітне поле, максимум випромінювання якого направлений перпендикулярно до провідного екрану 4 незалежно від розмірів секцій 1 і 2.

Узгодження входу антени з коаксіальним фідером в даному варіанті виконання забезпечується таким чином.

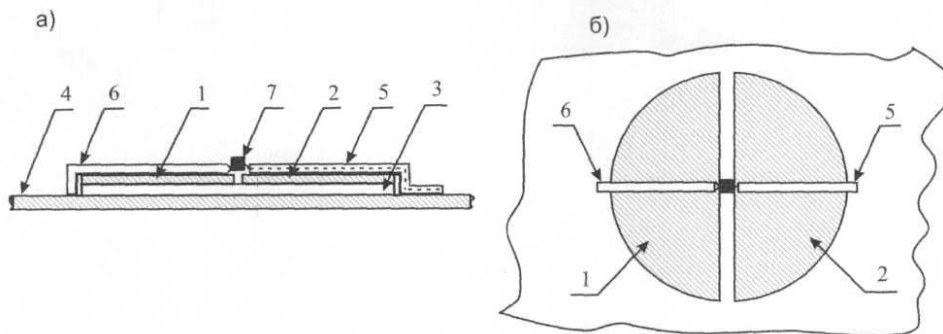
Секції 1 і 2 утворюють з екраном електричні ємності C_1 і C_2 , відповідно. Відрізки зовнішнього провідника живлячого коаксіального фідера 5 і провідника 6 від зазору між секцій 1 і секцією 2 до точок з'єднання з провідним екраном 4 утворюють, відповідно, індуктивності L_1 і L_2 , включені паралельно ємностям. Випромінювання електромагнітного поля відповідає відходу енергії із замкнутого об'єму, тому випромінювання можна врахувати активними оцорами r_1 і r_2 , включеними послідовно з індуктивностями L_1 і L_2 . Таким чином, еквівалентну схему антени (фіг. 5) можна представити у вигляді джерела збудження U , двох паралельних коливальних контурів $C_1L_1r_1$ і $C_2L_2r_2$, причому один затиск джерела збудження U підключений до паралельного коливального контура $C_2L_2r_2$, а інший затиск джерела збудження U підключений до паралельного коливального контура $C_1L_1r_1$. Залежності активної і реактивної складових вхідного опору кожного паралельного коливального контура від частоти мають характерний вигляд (фіг. 3). Активний опір контура на резонансній частоті f_0 максимальний (величина R_{oe}), він зменшується при будь-якій зміні частоти. Якщо значення R_{oe} більше половини хвильового опору ρ коаксіального фідера 5, то існують дві частоти f_1 і f_2 , на яких активний

опір контура рівний $\rho/2$, але реактивні опори мають протилежні знаки. Шляхом зміни параметрів, принаймні, одного з контурів, що конструктивно можна забезпечити, наприклад, змінюючи розміри однієї з секцій, можливо добитися, щоб частота, на якій активний опір одного контура рівний $\rho/2$, а реактивний опір має ємкісний характер, стала рівна частоті, на якій активний опір іншого контура рівний $\rho/2$, а реактивний опір має індуктивний характер. Якщо при цьому величина реактивного опору одного контура рівна величині реактивного опору іншого контура, то буде забезпечено узгодження вхідного опору антени з хвильовим опором коаксіального фідера 5.

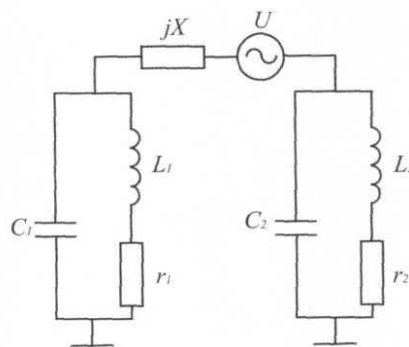
Таким чином, антена в другому варіанті виконання містить менше число складових частин, а в першому варіанті виконання володіє більшою симетрією конструкції.

Господарський ефект від передбачуваного виходу обумовлений тим, що пропонується секціонована мікросмужкова антена в порівнянні з відомими мікросмужковими антенами може працювати при значно менших розмірах. Таким чином, пропонується антена, при незначних відмінностях у вартості і складності від відомих антен, дозволяє реалізувати позитивний господарський ефект, обумовлений тим, що пропонується антена має меншу матеріаломісткість і може бути використана в тих випадках, коли із-за жорстких вимог до габаритів відомі антени не можуть бути застосовані.

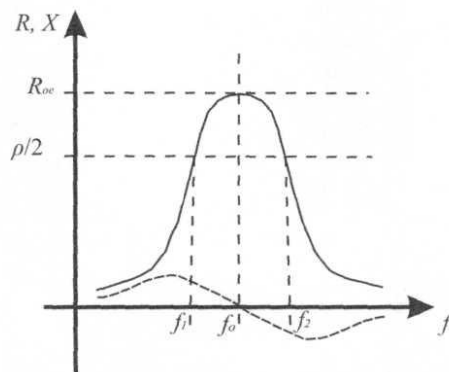
СЕКЦІОНОВАНА МІКРОСМУЖКОВА АНТЕНА



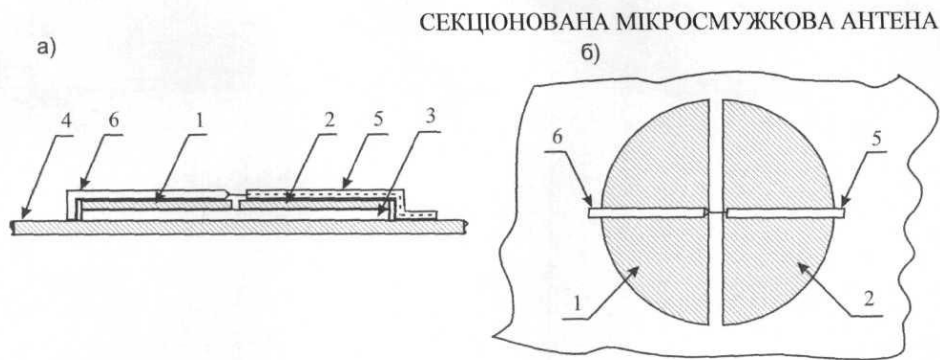
Фіг 1. Схема конструкції антени: а) вид збоку; б) вид зверху



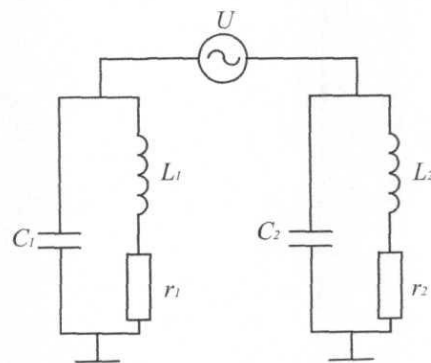
Фіг 2. Еквівалентна схема антени



Фіг 3. Залежність активної та реактивної компонент опору секцій від частоти



Фіг 4. Схема конструкції варіанту антени: а) вид збоку; б) вид зверху



Фіг 5. Еквівалентна схема варіанту антени