



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **96824** (13) **U**
(51) МПК (2015.01)
H01Q 21/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки:	u 2014 06003	(72) Винахідник(и):	Виноградов Геннадій Михайлович (UA), Виноградов Олексій Геннадійович (UA)
(22) Дата подання заявки:	02.06.2014	(73) Власник(и):	Виноградов Олексій Геннадійович, вул. Петровського, 4, кв. 55, м. Київ-87, 03087 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель:	25.02.2015	(74) Представник:	Виноградов Геннадій Михайлович
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	25.02.2015, Бюл.№ 4		

(54) МІКРОСМУЖКОВА АНТЕННА РЕШІТКА СКЛАДЕНА, ТРИДІАПАЗОННА

(57) Реферат:

Мікросмужкова антенна решітка складена складається з трьох мікросмужкових антенних решіток. Антенні модулі другого діапазону частот знаходяться між антенними елементами першої антени, а модулі третього діапазону знаходяться над випромінювачами першої антени, але так щоб антенні модулі другого і третього діапазону частот не затінювали випромінювачі першої антени.

UA 96824 U

Корисна модель належить до області антенної техніки і може бути використане в радіотехнічних системах зв'язку.

Відомі, так звані мікросмужкові (МС) антенні решітки [1], засновані на технології виробництва друкованих плат. Робота їх заснована на застосуванні МС антенних елементів, що являють собою металізацію екранної поверхні і другу металізацію певної форми, випромінювача, розташованого над цим екраном, розділених діелектриком понад високої частоти (ПВЧ), а також елементів розведення ПВЧ сигналів, що з'єднують всі ці МС антенні елементи. В більшості своїй сигнали ПВЧ мають малі діапазони частот, вони вузькосмугові, але і МС антенні решітки мають вузьку смугу робочих частот, тому така обставина дуже гармонійно і застосування широкосмугових антен для роботи з такими ПВЧ сигналами і не потрібно. Для роботи з подібними ПВЧ радіосигналами потрібні антени смугові, або які працюють на декількох, визначених смугах частот, відповідних смугах частот ПВЧ радіосигналів.

Відома МП антенна решітка, виготовлена з двочастотних антенних елементів за авторським свідоцтвом СРСР № 843674 від 2.03.1981 г., див. [2]. Ця антена дозволяє забезпечити рознос робочих частот - до 40 %, що в ряді випадків не достатньо, крім цього, вона не дозволяє працювати в режимі тридіапазонного сигналу і з великим розносом частот.

Цей недолік відсутній у пропонованій мікросмужковій антенній решітці складеній, тридіапазонній, яка дозволяє забезпечувати прийом та/або передачу на одну антену три і більше ПВЧ радіосигналів, що мають різні несучі частоти і досить рознесених, причому в цій антенній решітці для роботи з кожним з цих трьох сигналів фактично є своя антена, але ці антени конструктивно суміщені в одному розкритті, в одній антені. Всі ці три антени, є діапазонні антени і знаходяться одна в іншій, в місцях, що не заважають роботі інших. Сама сумарна загальна площа запропонованої тридіапазонної антени фактично не збільшується. Очевидно, така антена, кожна з її складових, що є вузькосмуговими антенами і виконують додаткову функцію - вони є і смуговими фільтрами ПВЧ, що в ряді випадків спрощує схему ПВЧ тракту приймача-передавача.

Рішення поставленої задачі досягається тим, що в тридіапазонній МС антенній решітці, далі відзначаються у вигляді "МС АР $\Sigma_{f_{1,2,3}}$ ", розміщені один поверх іншого наступні три діапазонні антени - перша МС антенна решітка першого, нижнього діапазону, МС АР_{f1}, що працює на самому низькому діапазоні частот Δf_1 , друга МС антенна решітка, МС АР_{f1}, що працює в середньому діапазоні Δf_2 , і третя МП антенна решітка третього, високого діапазону Δf_3 частот, МС 2 АР_{f3}. Кожна з МС антенних решіток МС АР_{f1}, МС АР_{f2}, МС АР_{f3} мають відповідну кількість своїх мікросмужкових антенних елементів і свої лінії ПВЧ розводки, суматори на вході, за яким ПВЧ сигнали подаються на свої МС антенні елементи або назад, знімаються з них і спрямовуються на входні пристрої ПВЧ пристрої, приймача-передавача. Всі три складові МС АР $\Sigma_{f_{1,2,3}}$ розміщені в неробочих місцях, у вигляді окремих антенних модулів, з'єднаних, наприклад, кабелями з їх ПВЧ суматорами. МС АР_{f2} розміщена між антенними елементами МС АР_{f1}, поверх її ліній розводки, (лінія розведення МС АР_{f1} являє собою симетричні смугові лінії, мікросмужкові (МС) лінії розведення, на відміну від інших антен, МС АР_{f2}, МС АР_{f3}, в яких лінії розведення представляють у вигляді несиметричних смужкових ліній.). Поверх випромінювачів антенних елементів МС АР_{f1} розміщені модулі МС АР_{f3}. Так як в МС АР_{f2} місця розміщення її розведення досить обмежена, то, при необхідності, можливе використання топології щільного компонування мікросмужкових антенних решіток, викладеної у винаході інтегральної мікросхеми "МИКРОПОЛОСКОВАЯ ФАЗИРОВАННАЯ АНТЕННА РЕШЕТКА" № 2000050001 від 26.05.2000 г. - Україна, див. [3]. При необхідності така топологія, так само може використовуватись і в інших двох складових МС АР запропонованої МС АР $\Sigma_{f_{1,2,3}}$, МС АР_{f1} і в МС АР_{f3}. Розташовані модулі МС АР_{f1} і МС АР_{f2} в діелектричних шарах один поверх іншого, так над розведенням МС АР_{f1} знаходиться МС АР_{f2}.

Поставлена задача вирішується тим, що тридіапазонна мікросмужкова антенна решітка, МС АР $\Sigma_{f_{1,2,3}}$ складається з трьох діапазонних (Δf_1 , Δf_2 , Δf_3) мікросмужкових антенних решіток (МС АР_{f1}, МС АР_{f2}, МС АР_{f3}), розташовані вони, як відзначено вище, одна над іншою, при цьому кожна з трьох антен не затінюють своєю металізацією інші, тому не заважаючи один одному. (При цьому слід врахувати, див. [1], що кожен з МС антенних елементів являють собою дві щільні антени, утворені відповідним екраном і металізацією випромінювача даного МС антенного елемента). У МС АР $\Sigma_{f_{1,2,3}}$ складові антени МС АР_{f1} його модулі розташовані на нижньому шарі, антени МС АР_{f2} розташовані в середньому шарі, в просторі між антенними елементами нижньої частоти, МС АР_{f1}, а модулі антени МС АР_{f3} розташовані у верхньому шарі, над антенними елементами нижньої частоти, МС АР_{f1}, безпосередньо над металізацією його випромінювачів.

Запропонована тридіапазонна антенна решітка дозволяє вирішувати наступні технічні завдання:

1). Забезпечує прийом/передачу більше трьох незалежних ПВЧ сигналів, в трьох діапазонах частот, на їх піддіапазонних смугах;

2). В одній антені додатково розміщені ще дві антени що не заважають роботам інших, причому без збільшення площі всієї цієї антенної системи, МС АР $\Sigma f_{1,2,3}$ і при цьому її площа, загальна площа антени МС АР $\Sigma f_{1,2,3}$ відповідає площі антени, що працює на нижній частоті, МС АР f_1 . Тим самим поєднання трьох антен не призводить до збільшення ні розмірів і, (в першому наближенні) ні сумарної ваги всієї антенної системи МС АР $\Sigma f_{1,2,3}$ і буде відповідати розмірам і вазі антени МС АР f_1 ;

3). Застосування багат шарової технології виготовлення друкованих плат, яка застосована при виробництві тридіапазонною МС АР, МС АР $\Sigma f_{1,2,3}$ дозволяє розміщувати в шарах цієї антени і підсилювачі, конвертори, генератори та інші пристрої ПВЧ і не тільки їх, причому можливо і в єдиному технологічному циклі виробництва ПВЧ блока приймача-передавача.

Запропонована у відповідності з корисною моделлю тридіапазонна мікросмужкова антенна решітка дозволила вирішити за рахунок застосування відмінних ознак поставлені технічні завдання наступним чином:

Згадана технічна задача (1) вирішена тим, що в тридіапазонній мікросмужковій антенній решітці МС АР $\Sigma f_{1,2,3}$ є три незалежні, непов'язані МС АР і які мають відповідні три незв'язані входи (виходи) - три мікросмужкові антенні решітки, а кожна з трьох складових дозволяє працювати на двох піддіапазонах частот.

Згадана технічна задача (2) вирішена тим, що в ній кожна з трьох мікросмужкових антенних решіток розміщені в "порожніх" місцях інших мікросмужкових антенних решіток, причому кожна мікросмужкова антенна решітка, що працює на більш високій частоті, розміщена у вільному просторі антени, працює на меншій частоті. Тим самим досягається зменшення масогабаритних характеристик всієї антенної системи.

Згадана технічна задача (3) вирішена тим, що в ній використовується сучасна технологія виробництва радіоелектроніки - технологія фотолітографії, виготовлення друкованих плат, причому багат шарових друкованих плат. Внаслідок з цим в єдиному технологічному циклі можливе досягнення розміщення в трьох шарах цієї антени не тільки антен, але і інших пристроїв ПВЧ-пристроїв та пристроїв більш низьких частот, причому як активних, так і пасивних, підсилювачів, генераторів, фазообертачів, комутаторів, процесорів і інших. Таким чином, тридіапазонна антенна решітка вже, фактично являє з себе антенну мікросхему або антенний модуль (назва - мікросхема або модуль визначається їх розмірами). З цих антенних мікросхем, (антенних модулів) компонуються, створюються ПВЧ-функціональні пристрої та системи, подібно компонуванню звичайних мікросхем, модулів на комутаційній платі блоків і вузлів в комп'ютері. Потім цей скомпонований антенний функціональний пристрій, система створюється з іншими блоками радіосистеми і вся, таким чином скомпонована радіосистема розміщується у відповідному єдиному корпусі. Це робиться подібно до того, як компонуються базові мікросхеми на платі і з яких збираються комп'ютери та ін. сучасні радіоелектронні системи.

Короткий опис креслень

Суть винаходу пояснюється кресленнями, наведеними на фігурах 1, 2, 3 і 4 тільки з метою ілюстрації, але ніяк не обмежують суть і обсяг винаходу.

на Фіг. 1 - мікросмужкова антенна решітка складова, тридіапазонна (МС АР $\Sigma f_{1,2,3}$);

на Фіг. 2 - показана вся МС АР $\Sigma f_{1,2,3}$ в розрізі кожної з трьох складових мікросмужкової антенної решітки;

на Фіг. 3 - зображені модулі МС АР f_3 , що працюють на найвищих частотах, f_3 або в цих піддіапазонах частот;

на Фіг. 4 - зображені модулі МС АР f_1 , що працюють на середніх частотах, f_1 або в цих піддіапазонах частот;

на Фіг. 5 - зображені випромінювачі МС АР f_1 , що працюють на найнижчих частотах, f_3 (її розводка не показана), або в цих піддіапазонах частот;

на Фіг. 6 - показана розведення у вигляді симетричної лінії;

на Фіг. 7 - показана розведення у вигляді мікросмужкової (МС) лінії на додатковій платі зі щільним збудженням МС антенних елементів;

на Фіг. 8 - показано порушення МС антенних елементів МС АР f_1 , її МС лінією за допомогою щілин;

на Фіг. 9 - показано порушення МС антенних елементів МС АР f_1 , її МС лінією допомогою зондів;

на Фіг. 10 - показана суматорна плата всіх трьох МС, АР розміщені на одній платі у вигляді МС ліній;

на Фіг. 11 - показана суматорна плата у вигляді двох ліній МС і однієї у вигляді симетричної лінії;

5 на Фіг. 12 - показаний варіант реалізації двочастотної МС APf_3 , робота її на двох піддіапазонах.

Докладний опис корисної моделі.

Мікросмужкова антенна решітка складова, тридіапазонна (МС АР $\Sigma f_{1,2,3}$), Фіг. 1 складається з декількох тонких діелектричних шарів 1, металізованих і розташованих одна поверх іншої, з
10 плоскими поверхнями яких знаходяться всі компоненти кожної із складових мікросмужкових антенних решіток, їх антенні елементи, випромінювачі, лінії розведення, суцільні екрануючі металізації, а під усім цим мається плата суматорів 2 всіх трьох антенних решіток, МС APf_1 , МС APf_2 , МС APf_3 .

Кожна зі складових МС АР $\Sigma f_{1,2,3}$, показані на Фіг. 2. На Фіг. 2 показано в розрізі, МС APf_1 позиція 3, МС APf_2 позиція 4 і МС APf_3 позиція 5. Компоненти цих МС АР показані на Фіг. 2, 3, 4, 5. Випромінювачі, лінії розведення, діелектричні шари і екрануючі поверхні, (екрани) у МС APf_1 зображені на Фіг. 2, 3, відповідно 6, 7, 8, 9, у МС APf_2 на Фіг. 2, 4-10, 11, 12 і в МС APf_3 на Фіг. 2, 3-12І так, нижній, перший діелектричний шар 8, з розташованою над суцільною металізацією 9, випромінювачі 6, а також смужкова лінія розведення 7, (на даному кресленні, Фіг. 2 показана
20 симетрична смужкова лінія, утворена металізацією 9 спільно з металізацією 13, екраном МС APf_2), всі ці компоненти утворюють МС APf_1 , антенну решітку, що має перший частотний діапазон f_1 .

Поверх цієї МС APf_1 знаходиться другий діелектричний суцільний шар 18, поверх якого знаходиться МС APf_2 4, антенна решітка з середнім діапазоном частот f_2 , її антенні елементи
25 10, див. Фіг. 4, МС лінії розведення ПВЧ сигналу 11, діелектрик 12 металізований (екран 13) з випромінювачами антенних елементів 10 і МП лінією розведення 11 на ньому. Розташовані вони між випромінювачами антенних елементів нижнього діапазону частот 6, f_1 (тут не потрібно плутати - не під випромінювачами, а між ними, в їх площині). Виконана МС APf_2 в діелектричному шарі 12, див. Фіг. 2, 4, при цьому її випромінювачі 10, див. Фіг. 4 і лінії розведення 11 розташовані поверх цього діелектричного шару 12, див. Фіг. 2 і, як зазначено, між
30 випромінювачами 6 антенних елементів нижнього діапазону частот, f_1 . Під випромінювачами антенних елементів f_2 10 і його розведення лініями 11, під третім діелектричним шаром 12 і між випромінювачами 6 знаходиться суцільна металізація 13, Фіг. 2. Ця суцільна металізація знаходиться поза проекцією випромінювачів антенних елементів МС APf_1 6, на Фіг. 4 вона показана пунктирною лінією.

Поверх МС APf_1 і МС APf_2 знаходиться МС APf_3 5, Фіг. 2, 3, антена верхнього діапазону частот, О. Вона виконана у вигляді верхнього, четвертого діелектричного шару 16, див. Фіг. 2, з її антенними елементами, випромінювачами 14, лінією розведення 15, Фіг. 3, що знаходяться над проекціями випромінювачів 6 МС АР f_1 3. Розташування компонентів МС АР f_3 , її металізація
40 екрана 17, випромінювачів 14, і лінії розведення 15 розташовані так, щоб вони не виступали за межі проекцій відповідних випромінювачів 6 МС APf_1 3.

З'єднання модулів МС APf_1 , МС APf_2 , МС APf_3 виконані відповідними коаксіальними лініями з їх суматорами, розташованими на окремій платі 2, Фіг. 1.

Робота кожної з антенних решіток, МС APf_1 , МС APf_2 , МС APf_3 аналогічні між собою та
45 відповідають роботі відомих мікросмужкових антенних решіток і їх антенними елементами. Необхідною умовою роботи кожного антенного елемента в будь-якій МС АР є відсутність над ними, безпосередньо над краями металізації їх випромінювачів яких або екрануючих металізації, в даному випадку екранів антенних елементів, ліній розведення інших вищерозташованих МС АР. Всі антенні елементи працюють подібно щілинним елементарним
50 антенним структурам, відкритим резонаторам, утвореним випромінювачами і екраном під ними, виникаючи електричним зондом або магнітним, щілинним збудником. Фізика їх роботи добре вивчена і викладена у відповідній літературі, наприклад [1], тому немає сенсу зупинятися на цьому. Слід лише додати, що МС APf_1 3, МС APf_2 4, див. Фіг. 2, випромінювачі 6, 10 їх антенних елементів працюють не безпосередньо вище знаходиться в повітряному середовищі, а в діелектричних середовищах 12 і 16, відповідно, а сама верхня МС APf_3 5 працює в повітряному середовищі, (якщо, звичайно не передбачено безпосереднє захисне діелектричне покриття поверх їх випромінювачів).

Лінії розведення МС APf_1 виконані, як показано на Фіг. 2, 6 у вигляді симетричних смужкових ліній 19, сформованих самою осью смужковою лінією 7 і екранами, металізаціями 9 і 13.
60 Лінію розведення можна виконати і у вигляді МС ліній, але вже на окремій платі, див. Фіг. 7, з

екранною металізацією 9 (спільною з металізацією МС APf_1 3), діелектричною пластиною 20 і самою МС лінією 21. Зв'язок, з'єднання МП ліній з відповідними їхніми МС антенними елементами (випромінювачами), порушення відкритих резонаторів можна забезпечити звичайними засобами, засобами магнітного зв'язку за допомогою щілин 22, у місцях пучності магнітного поля ТИМ хвилі на відстані $\frac{1}{4}\lambda_e$ від краю МС лінії 23, див. Фіг. 8, або електричними зондами 24, показаних на Фіг. 9.

Лінії розведення МС APf_2 4 і МС APf_3 5, Фіг. 2 виконані у вигляді ліній МС 11, Фіг. 4 і МС ліній 15, Фіг. 3, відповідно, між випромінювачами. З-за можливого щільного компонування елементів МС APf_2 (ступінь щільності залежить від значень заданих частот, особливо від значень f_2 та f_1), її лінія розведення може бути виконана згідно з топологією щільною компонування мікросмужкових антенних решіток, викладеною в [3], при необхідності така топологія може бути застосована і в МС APf_1 , а також в МС APf_3 . Застосування щільного компонування топології може виникнути при необхідності збільшення кількості антенних елементів, або якщо значення задаються діапазонів частот f_1 , f_2 , f_3 не дозволяють скористатися звичайною, нещільним компонуванням топології ліній розводки.

Плата суматора 2, Фіг. 1 може бути виконана у вигляді одного з відомих варіантів, або у вигляді трьох мікросмужкових суматорів, див. Фіг. 10, кожний з яких підключений до своєї МС AP за допомогою кабелів або з багат шаровою платою суматора, чотири шаровою як показано на Фіг. 11, або як то інакше. У показаній платі верхня і нижня плати являють собою суматори, виконані у вигляді ліній МС 25, 26, а між ними є суматор у вигляді симетричних ліній 27. З'єднання суматорів з відповідними МС AP або кабелями, або електричними зондами, або магнітними щілинами, показані на прикладі сполуки МС ліній з МП антенними елементами, див. Фіг. 8, 9.

Кожна з МС AP , а саме МС APf_1 , МС APf_2 , МС APf_3 , їх діапазони робочих частот можуть представляти в однодіапазоні види, по одній смузі частот ΔPf_1 , ΔPf_2 , ΔPf_3 в кожному з них, але можуть реалізовані їх діапазони частот у двочастотному, дводіапазонних режимах їх роботи МС антенних елементів, так званий режим роботи МС антенних елементів, їх відкритих резонаторів вже як вироджені коливання на двох піддіапазонах частотах Δf_{11} , Δf_{12} , Δf_{21} , Δf_{22} , Δf_{31} , Δf_{32} , див. [4]. Реалізація такого двочастотного, двосмугового режиму роботи показана на прикладі МС APf_3 , Фіг. 12.

Для експериментальної перевірки тридіапазонної мікросмужкової антенної решітки, МС $AP \Sigma$ був розроблений і виготовлений дослідний зразок. Досвідчений зразок був розрахований на частоти: МС AP на 4 GHz; МС AP на 12 GHz; МС AP на 20 GHz. Кількість антенних елементів в цих МС AP було відповідно: 16; 126; 256. Розміри всієї МП AP склали 210×210 мм, товщина 5 мм, вага 100 г. Коефіцієнт посилення в МС AP - 16 dB, МС AP - 25 dB і в МС AP - 30 dB. Розв'язка між антенами не гірше 20 dB. Результати експериментальних перевірок відповідають очікуваням.

Джерела інформації:

1. Мікросмужкові антени. - М.: Панченко Б.А., Нефедов О.І. 1986 р.
2. Двочастотна мікросмужкова антена за Авторським свідоцтвом СРСР № 843674 від 2.03.1981 г.
3. Топографія, топологія за патентом України "Микрополосковая фазированная антенная решетка" № 2000050001 від 26.05.2000 г.
4. Дисертація "Дослідження і розробка гібридних мікросмужкових антенних пристроїв і мікросмужкової антенної решітки наземної станції космічного зв'язку", Виноградов Г.М., 1988 р.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Мікросмужкова антенна решітка складена, тридіапазонна, яка **відрізняється** тим, що складається з трьох мікросмужкових антенних решіток, що знаходяться одна в одній, перша, що працює на першому, нижньому діапазоні частот, поверх неї знаходяться модулі другої і модулі третьої мікросмужкових антенних решіток, що працюють, відповідно, на другому, середньому діапазоні частот і третьому, верхньому діапазоні частот, а під ними знаходиться плата суматорів цих трьох антенних решіток, трьох діапазонів частот, комутуючих, відповідно кожен з цих трьох мікросмужкових антенних решіток і їх розведення відповідним чином.

2. Мікросмужкова антенна решітка складена, тридіапазонна за п. 1, яка **відрізняється** тим, що має антенні елементи з випромінювачами у вигляді металізації, відповідних форм і розмірів, а під кожною з них, фольговані знизу діелектричні пластини, кожен з антенних модулів третин мікросмужкової антенної решітки знаходиться над своїм випромінювачем першої антенної решітки, але так, щоб її краї не затінювали ці випромінювачі, також і кожен з антенних модулів

другої мікросмужкової антенної решітки знаходиться між антенними елементами першої мікросмужкової антенної решітки, щоб вони не затіняли антенні елементи першої мікросмужкової антенної решітки.

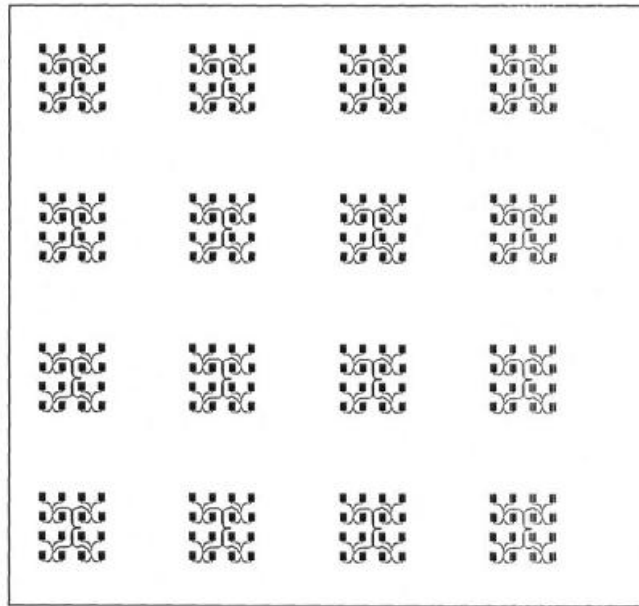
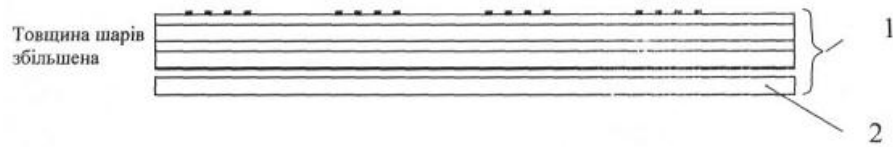


Fig. 1

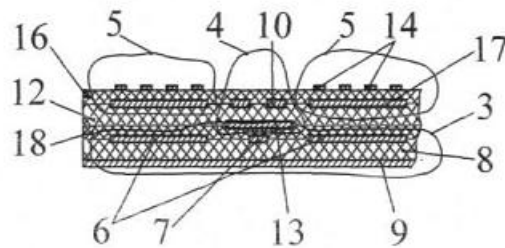


Fig. 2

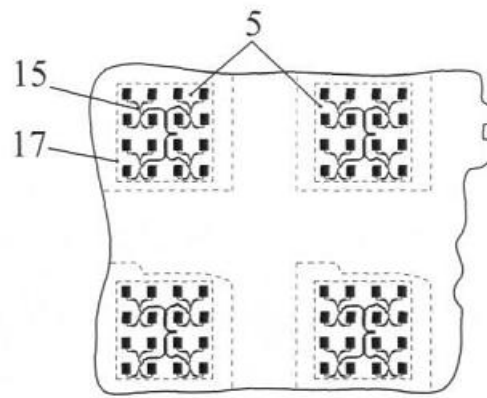


Fig. 3

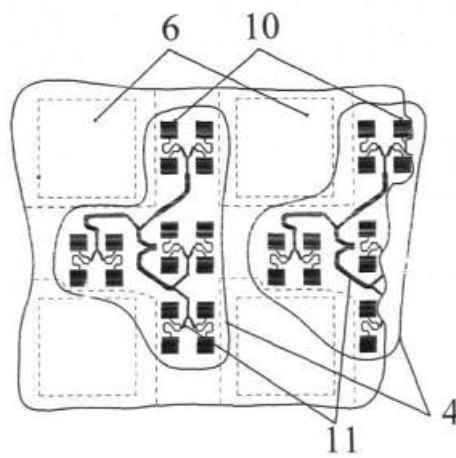


Fig. 4

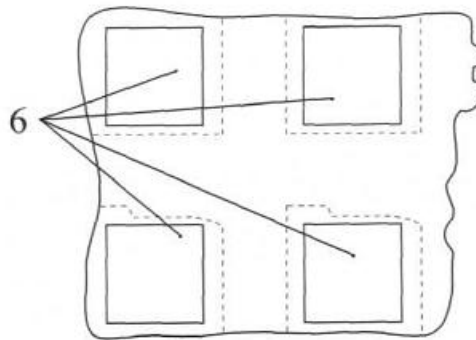


Fig. 5

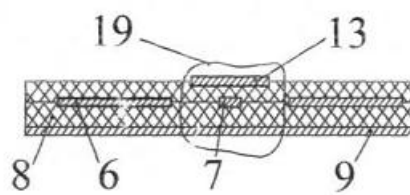


Fig. 6

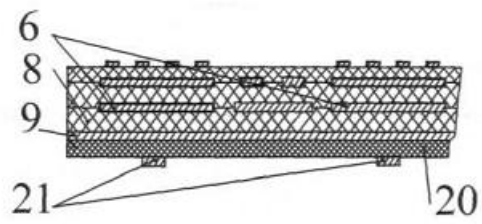


Fig. 7

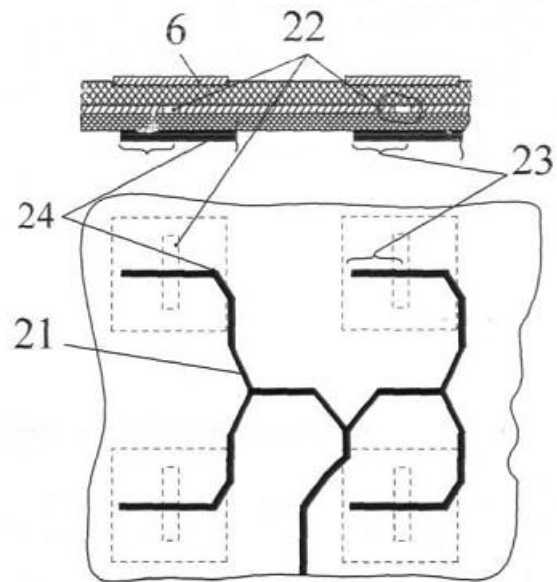


Fig. 8

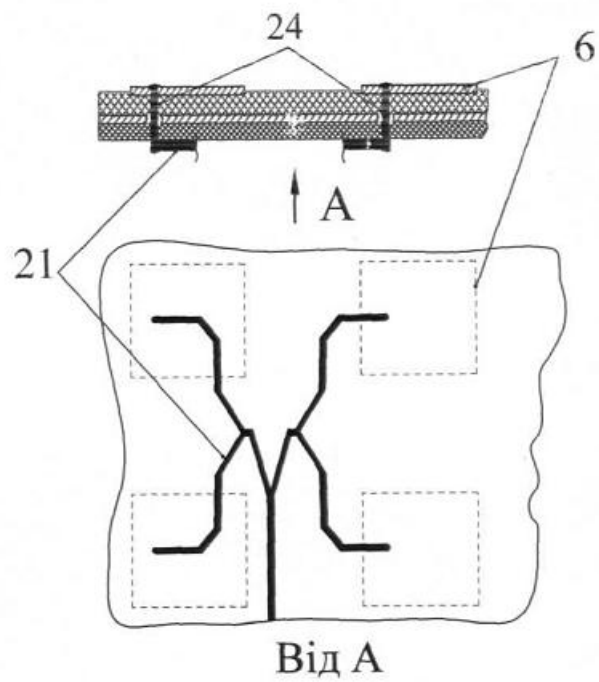


Fig. 9

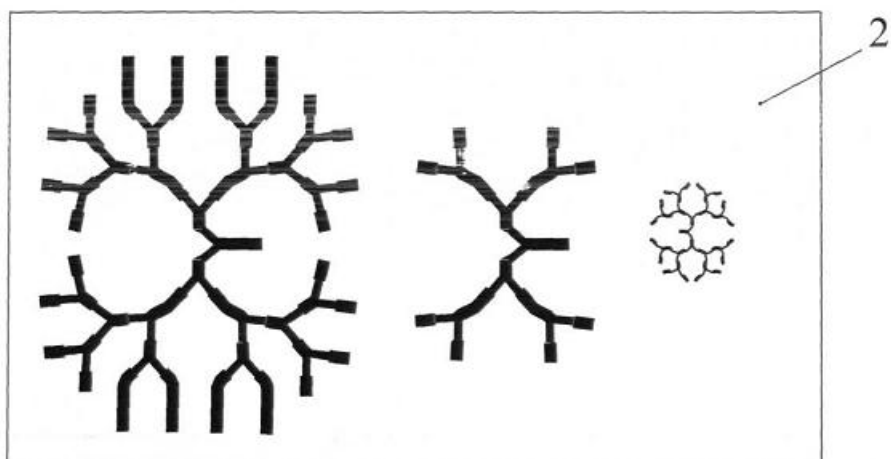


Fig. 10

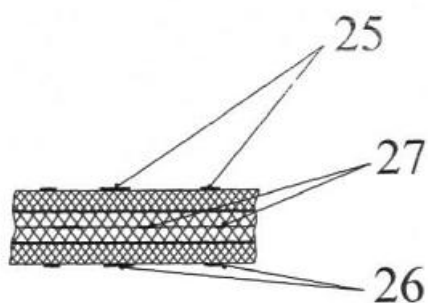


Fig. 11

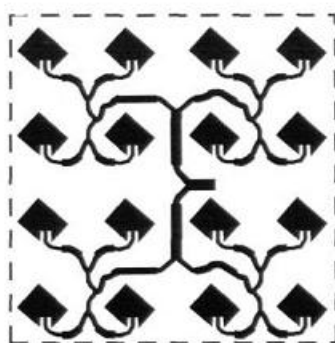


Fig. 12

Комп'ютерна верстка О. Рябко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601