

# PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

## 304 585

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

*H01Q 9/04* (2006.01)  
*H01Q 13/10* (2006.01)  
*H01Q 1/38* (2006.01)  
*G06K 19/077* (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2013-397**  
(22) Přihlášeno: **29.05.2013**  
(40) Zveřejněno: **16.07.2014**  
**(Věstník č. 29/2014)**  
(47) Uděleno: **04.06.2014**  
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **16.07.2014**  
**(Věstník č. 29/2014)**

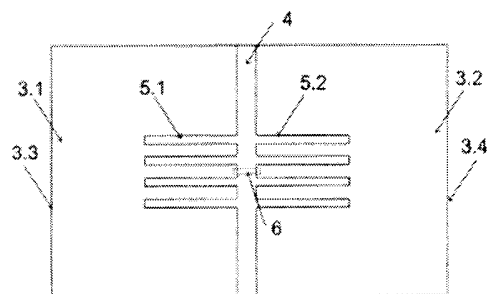
(56) Relevantní dokumenty:

CZ 303919 B; US 2009140928 A; EP 1840802 A; GB 2325349 A.

(73) Majitel patentu:  
České vysoké učení technické v Praze, Fakulta  
elektrotechnická, Praha 6, CZ

(72) Původce:  
Ing. Milan Švanda, Ph.D., Praha 6- Nebušice, CZ  
doc. Ing. Milan Polívka, Ph.D., Květnice, CZ

(74) Zástupce:  
ČVUT v Praze - Rektorát - Patentové středisko,  
Ing. Hana Dušková, Na Kočově 180, 281 03  
Chotutice



(54) Název vynálezu:  
**Nízkoprofilová planární štěrbinová anténa**

(57) Anotace:  
Nízkoprofilová planární štěrbinová anténa je tvořena dielektrickým substrátem (1) s nízkou relativní permitivitou v rozmezí 1 až 4 majícím na spodní straně zemní rovinu (2) a na horní straně vodivý motiv zářiče tvořený dvěma pravoúhlými vodivými ploškami (3.1, 3.2) oddělenými uvnitř štěrbinou (4) o šířce v rozmezí  $0,0004$  až  $0,08 \lambda_g$ , kde  $\lambda_g$  je vlnová délka na daném substrátu a spojenými na vnějších hranách se zemní rovinou. Délka první a druhé plošky (3.1, 3.2) ve směru kolmém na podélnou osu štěrbinu (4) je v rozmezí  $0,15$  až  $0,5 \lambda_g$  a jejich šířka je v rozmezí  $0,1$  až  $0,5 \lambda_g$ . Mezi vnitřní hrany první plošky (3.1) a druhé plošky (3.2) vodivého motivu zářiče jsou vodivě připojeny kontakty napájecího čipu (6). První vodivá ploška (3.1) obsahuje první sadu (5.1) ladicích zářezů a/nebo druhá vodivá ploška (3.2) obsahuje druhou sadu (5.2) ladicích zářezů orientovaných kolmo na štěrbinu (4), přecházejících plynule do této štěrbinu (4) a umístěných symetricky vůči středu antény. Šířka ladicích zářezů a pásek mezi ladicími zářezy je v rozmezí  $0,0005$  až  $0,02 \lambda_g$  a délka ladicích zářezů je v rozmezí  $0,01$  až  $0,2 \lambda_g$ . Šířka ladicích zářezů a pásek mezi nimi může být shodná nebo různá.

CZ 304585 B6

## Nízkoprofilová planární štěrbinová anténa

### Oblast techniky

5

Předkládané řešení se týká vytvoření nového způsobu ladění vstupní impedance extrémně nízkoprofilové planární antény určené pro činnost v bezprostřední blízkosti libovolných materiálů, jako je kov, lidská tkáň a podobně a to bez ovlivnění jejích elektrických vlastností. Vstupní impedanci lze ladit pomocí sady souběžných zářezů na požadované reálné i komplexní hodnoty.

10

### Dosavadní stav techniky

Vzhledem k tomu, že výsledkem předkládaného řešení je anténa s velmi malým výškovým rozměrem pracující s dobrými elektrickými parametry i v těsné blízkosti libovolných objektů, je dosavadní známý stav techniky vztahen právě k těmto typům zářičů. Přijatelných elektrických parametrů takto pracujících antén je dosahováno několika způsoby, například doplněním antén dipólového typu nebo jejich zkrácených verzí dielektrickou podložkou nebo stínícími stěnami založenými na umělých magnetických površích, použitím flíčkových neboli patchových antén nebo použitím víceramenných dipólů nad stínící rovinou. Z dokumentu WO 2008123515A je známo řešení, kdy je čipem napájená anténa dipólového typu odstíněna od nežádoucích dielektrických objektů pomocí podložek různých geometrií a kombinací různých materiálů včetně vodivých motivů se štěrbinami, jejichž použití však zvyšuje výškový rozměr antény a činí anténu konstrukčně složitější. Neumožňuje dále na rozdíl od navrhovaného řešení ladit vstupní impedanci antény na požadovanou hodnotu v komplexním oboru odpovídající impedanci připojovaného čipu integrovaného obvodu.

25

Je rovněž známa smyčková anténa se stínícím povrchem chráněná patentem zápisu 303264, dipólová anténa s upraveným stínícím povrchem patentem zápisu 303918 a přímo buzená nízkoprofilová štěrbinová anténa chráněná patentem zápisu 303919.

30

Aby bylo možné provozovat dipólový typ antény v těsné blízkosti libovolných objektů (kovaných či dielektrických), je nezbytné ji doplnit dielektrickou podložkou tloušťky minimálně  $0,03 \lambda_0$ , kde  $\lambda_0$  je vlnová délka ve volném prostoru. Pro kmitočtová pásma pod 1 GHz (např. RFID aplikace v UHF pásmu 869 MHz) musí být tedy tloušťka podložky větší než cca 10 mm, což není pro řadu aplikací přijatelné.

35

Rozměry flíčkových antén musí být srovnatelné s polovinou nebo čtvrtinou vlnové délky pracovního kmitočtu, což vede ve zmíněných nízkých kmitočtových pásmech na poměrně rozsáhlé struktury ( $\lambda_0/2 \sim 170$  mm). Dalším problémem je výrazný pokles vyzářovací účinnosti, a tedy i anténního zisku při snižování výšky (profilu) antény pod cca  $0,02 \lambda_0$ , tedy 6 až 7 mm v UHF pásmu. Tento jev je mnohem výraznější pro antény vytvořené na substrátech s vyšší hodnotou relativní permitivity  $\epsilon_r > 3$ , použitím takového substrátu tedy nelze anténu dostatečně miniaturizovat při zachování dostatečné vyzářovací účinnosti.

40

Využití víceramenných skládaných dipólů v těsné blízkosti nad vodivou stínící rovinou umožní realizovat nízkoprofilovou anténu při relativní výšce  $0,01 \lambda_0$  při zachování cca 50 % vyzářovací účinnosti. Tato hodnota účinnosti je však dosahována při použití vzduchového dielektrika. Použití mikrovláknového nízkoztrátového substrátu již vede k dalšímu výraznému poklesu vyzářovací účinnosti. Kvůli významné závislosti vstupní impedance antény na výšce substrátu, je realizace tohoto zářiče se vzduchovým dielektrikem značně obtížná. Rozměry antény jsou opět srovnatelné s polovinou vlnové délky.

50

Nízkoprofilová smyčková anténa se stínícím povrchem dle patentového zápisu 303264 odstraňuje uvedené nedostatky, její nevýhodou je však poměrně vysoká hmotnost a vyšší výrobní náklady způsobené nutností použít substrát s vysokou permitivitou  $\epsilon_r > 6$ . Další nevýhodou je nutnost

55

použít dvojrvtvý substrát, což řešení prodražuje. Dipólovou anténu s upraveným stínícím povrchem dle patentového zápisu 303918 lze již realizovat na substrátu s nízkou permitivitou, což významně snižuje její hmotnost. Nevýhodou řešení však stále zůstává dvojrvtvý substrát.

- 5 Je rovněž známá přímo buzená nízkoprofilová šterbinová anténa dle patentu 303919. Tato anténa je tvořena jednovrstvým substrátem nízké permitivity s motivem a zemní rovinou. Substrát má tloušťku  $0,001$  až  $0,015 \lambda_g$ , kde  $\lambda_g$  je délka vlny na použitém dielektrickém substrátu, a nízkou relativní permitivitu  $\epsilon_r$ , která je v rozmezí 1 až 4. Motiv zářiče, umístěný na vrchní straně substrátu, je tvořen dvěma stejnými pravouhlými čtyřúhelníkovými ploškami, které jsou umístěny vedle sebe symetricky vzhledem k příčné ose substrátu. Tyto plošky jsou navzájem odděleny šterbinou, která má šířku  $0,0004$  až  $0,05 \lambda_g$ . Jejich délka ve směru kolmo k první šterbině je v rozmezí  $0,15$  až  $0,5 \lambda_g$  a jejich šířka je v rozmezí  $0,1$  až  $0,5 \lambda_g$ . Spodní strana druhého substrátu je opatřena spojitou vrstvou pokovení tvořící zemní rovinu. Na vnější hraně rovnoběžné s první šterbinou jsou obě plošky spojeny se stínící rovinou. Významnou součástí je dvojice čtyřúhelníkových ladicích šterbin, které umožňují částečné ladění vstupní impedance struktury. Nevýhodou tohoto řešení je, že vstupní impedanci lze ladit pouze v omezeném rozsahu komplexních hodnot, není možné snadno dosáhnout v řadě aplikací požadované reálné vstupní impedance např.  $50 \Omega$ .

- 20 Tento nedostatek odstraňuje navržená nízkoprofilová planární šterbinová anténa se sadou souběžných ladicích zářezů oddělených tenkými vodivými pásky umístěnými ve vodivém motivu zářiče vytvářející vizuálně hřebenovou strukturu, která umožní naladit dle potřeby reálné i komplexní hodnoty vstupní impedance.

#### 25 Podstata vynálezu

- Nedostatky výše uvedených řešení odstraňuje planární nízkoprofilová šterbinová anténa tvořená dielektrickým substrátem s nízkou relativní permitivitou v rozmezí 1 až 4 mající na spodní straně zemní rovinu tvořenou souvislou vodivou vrstvou, na horní straně vodivý motiv zářiče tvořený dvěma pravouhlými vodivými ploškami oddělenými uvnitř šterbinou o šířce v rozmezí  $0,0004$  až  $0,08 \lambda_g$ , kde  $\lambda_g$  je vlnová délka na daném substrátu a spojenými na vnějších hranách se zemní rovinou vodivými stěnami nebo vodivými pásky. Délka první a druhé plošky ve směru kolmém na podélnou osu šterbiny je v rozmezí  $0,15$  až  $0,5 \lambda_g$  a jejich šířka je v rozmezí  $0,1$  až  $0,5 \lambda_g$ . Mezi vnitřní hrany první a druhé plošky vodivého motivu zářiče jsou vodivě připojeny kontakty napájecího čipu. Podstatou nového řešení je, že první vodivá ploška obsahuje první sadu ladicích zářezů a/nebo druhá vodivá ploška obsahuje druhou sadu ladicích zářezů orientovaných kolmo na šterbinu mezi první a druhou vodivou ploškou, přecházejících plynule do této šterbiny a umístěných symetricky vůči středu antény. Šířka ladicích zářezů a pásek mezi ladicími zářezy je v rozmezí  $0,0005 - 0,02 \lambda_g$  a délka ladicích zářezů je v rozmezí  $0,01$  až  $0,2 \lambda_g$ .

- 40 V jednom možném provedení jsou ladicí zářezy první a druhé sady stejně dlouhé a stejně široké a jsou od sebe ekvidistantně vzdáleny. Jinou možností je, že ladicí zářezy první a/nebo druhé sady jsou stejně dlouhé a vzdálenosti mezi nimi jsou různé. Další modifikací je uspořádání, kdy ladicí zářezy první a/nebo druhé sady mají vůči sobě různou délku a jsou od sebe ekvidistantně vzdáleny. Je rovněž možné, aby ladicí zářezy první a/nebo druhé sady měly vůči sobě různou délku a byly od sebe různě vzdáleny.

- Ve všech těchto uspořádáních mohou mít ladicí zářezy první a druhé sady stejnou šířku nebo je možné, aby ladicí zářezy první a/nebo druhé sady měly navzájem různou šířku.

- 50 Podstatnou součástí řešení jsou tedy dvě sady souběžných ladicích zářezů umístěných v ploškách kolmo ke šterbině, které umožňují ladění vstupní impedance struktury v požadovaném rozsahu reálných i komplexních hodnot. Ladicí zářezy jsou umístěny symetricky vůči středu substrátu a

tvorí je zpravidla sudý počet obdélníkových zářezů umístěných kolmo na šterbinu a přecházejících plynule do šterbiny.

Podstatným vylepšením vzhledem k dokumentům 303264, 303918 a 303919 je přítomnost hřebenových ladicích zářezů v horních vodivých plochách, jejichž rozměr a poloha vzhledem ke šterbině mezi hranami vodivých ploch, umožňuje měnit hodnoty vstupní impedance v místě připojení napájeného integrovaného obvodu, a tím naladit vstupní impedanci ke konkrétní komplexní hodnotě impedance použitého čipu integrovaného obvodu nebo pouze čistě reálné hodnotě impedance typicky  $50 \Omega$ . Řešení tedy umožňuje využití takovéto antény s komplexní vstupní impedancí pro bezkontaktní identifikaci (RFID) např. kovových kontejnerů či jiných objektů nebo osob, což není v současnosti uspokojivě vyřešeno. Dále pak při naladění  $50 \Omega$  vstupní impedance využití jako antény pro měřicí účely nebo ve spojení s přijímačem ke komunikačním účelům.

15

### Objasnění výkresů

Předkládané řešení bude dále popsáno pomocí přiložených výkresů. Obr. 1 znázorňuje boční pohled na výslednou anténu. Na Obr. 2 až 6 jsou uvedeny pohledy shora na substrát s motivem dvojice plošek oddělených šterbinou včetně ladicích hřebenových zářezů v různých variantách provedení.

### Příklady uskutečnění vynálezu

25

Příklad řešení nízkoprofilové šterbinové antény s hřebenovými ladicími zářezy je schematicky naznačen na obr. 1 až 6. Jedná se o dielektrický substrát 1, který má na své vrchní straně vytvořen motiv dvou plošek, první plošky 3.1 a druhé plošky 3.2, oddělených navzájem šterbinou 4. První ploška 3.1 a druhá ploška 3.2 jsou umístěny vedle sebe symetricky vzhledem k příčné ose dielektrického substrátu 1. Délka první plošky 3.1 a druhé plošky 3.2 ve směru kolmém na podélnou osu šterbiny 4 je v rozmezí  $0,15$  až  $0,5 \lambda_g$  a jejich šířka je v rozmezí  $0,1$  až  $0,5 \lambda_g$ , kde  $\lambda_g$  je vlnová délka na daném substrátu. Šterbina 4 má šířku v rozmezí  $0,0004$  až  $0,08 \lambda_g$ . Spodní strana dielektrického substrátu 1 je pokryta souvislou vodivou vrstvou, která tvoří zemní rovinu 2. Na vnější hraně rovnoběžné se šterbinou 4 jsou první ploška 3.1 a druhá ploška 3.2 spojeny se zemní rovinou 2 pomocí první spojitě vodivé vrstvy 3.3 a druhé spojitě vodivé vrstvy 3.4. V jiné variantě může být toto vodivé spojení provedeno pouze v několika bodech rozmístěných podél hrany hřebenového tvaru, tedy první sada 5.1 ladicích zářezů a druhá sada 5.2 ladicích zářezů, které umožňují ladění vstupní impedance struktury. V jiné variantě může být použita pouze jedna sada ladicích zářezů. První sada 5.1 ladicích zářezů a druhá sada 5.2 ladicích zářezů jsou umístěny symetricky vůči středu antény a přecházejí plynule do šterbiny 4. Šířka jednotlivých zářezů tvořících sady ladicích zářezů i mezer mezi zářezů je v rozmezí  $0,0005$  až  $0,02 \lambda_g$ , délka je v rozmezí  $0,01$  až  $0,2 \lambda_g$ . Kontakty napájecího čipu nebo vodiče kabelu 6 jsou vodivě připojeny mezi vnitřní hrany první plošky 3.1 a druhé plošky 3.2, nejlépe uprostřed struktury. Počet ladicích zářezů je zpravidla sudý počet (2, 4, 6, ...). Šířka ani délka zářezů a pásků mezi zářezy nemusí být stejná.

45

Podstatou antény je tedy dvojice první plošky 3.1 a druhé plošky 3.2 umístěných na dielektrickém substrátu 1 a oddělených první šterbinou 4, v nichž jsou vytvořeny hřebenové ladicí zářezy. První ploška 3.1 a druhá ploška 3.2 jsou na své vnější hraně vodivě spojeny se zemní rovinou 2, čímž tvoří čtvrtvlnný rezonátor na daném dielektrickém substrátu 1 a jejich podélný rozměr je tak poloviční oproti nezkratované půlvlnné variantě. Na první plošce 3.1 a druhé plošce 3.2 je vybuzeno proudové rozložení v souhlasném směru. Elektromagnetické pole je pak soustředěno ve šterbině 4 mezi první ploškou 3.1 a druhou ploškou 3.2, odkud je vyzařováno s poměrně vysokou vyzařovací účinností, která je větší než 50 %. Tato hodnota vyzařovací účinnosti je významně vyšší než vyzařovací účinnost např. běžné patchové neboli flíčkové antény srovnatelných půdorysných a výškových rozměrů, která bývá menší než 15 %. Výsledkem uvedeného řešení je, že

55

pomocí tvaru a počtu ladicích zářezů první sady 5.1 a druhé sady 5.2 lze ladit vstupní impedanci antény jak v komplexních, tak i reálných hodnotách.

## 5 Průmyslová využitelnost

Předkládané řešení je využitelné pro realizaci nízkoprofilových antén schopných pracovat v blízkosti libovolných objektů pro zařízení radiofrekvenční identifikace v UHF či mikrovlnných kmitočtových pásmech, např. identifikace kovových objektů nebo osob. Dále pak při naladění 50 Ω vstupní impedance lze řešení využít jako anténu pro měřicí účely nebo ve spojení s přijímačem ke komunikačním účelům.

## PATENTOVÉ NÁROKY

1. Nízkoprofilová planární štěrbinová anténa tvořená dielektrickým substrátem (1) s nízkou relativní permitivitou v rozmezí 1 až 4 majícím na spodní straně zemní rovinu (2) tvořenou souvislou vodivou vrstvou, na horní straně vodivý motiv zářiče tvořený dvěma pravouhlými vodivými ploškami (3.1, 3.2) oddělenými uvnitř štěrbinou (4) o šířce v rozmezí 0,0004 až 0,08  $\lambda_g$ , kde  $\lambda_g$  je vlnová délka na daném substrátu a spojenými na vnějších hranách se zemní rovinou vodivými stěnami nebo vodivými pásky, kde délka první a druhé plošky (3.1, 3.2) ve směru kolmém na podélnou osu štěrbinu (4) je v rozmezí 0,15 až 0,5  $\lambda_g$  a jejich šířka je v rozmezí 0,1 až 0,5  $\lambda_g$  a kde mezi vnitřní hrany první plošky (3.1) a druhé plošky (3.2) vodivého motivu zářiče jsou vodivě připojeny kontakty napájecího čipu (6), **vyznačující se tím**, že první vodivá ploška (3.1) obsahuje první sadu (5.1) ladicích zářezů a/nebo druhá vodivá ploška (3.2) obsahuje druhou sadu (5.2) ladicích zářezů orientovaných kolmo na štěrbinu (4) mezi první vodivou ploškou (3.1) a druhou vodivou ploškou (3.2), přecházejících plynule do této štěrbinu (4) a umístěných symetricky vůči středu antény, přičemž šířka ladicích zářezů a pásků mezi ladicími zářezy je v rozmezí 0,0005 až 0,02  $\lambda_g$  a délka ladicích zářezů je v rozmezí 0,01 až 0,2  $\lambda_g$ .

2. Nízkoprofilová planární anténa podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že ladicí zářezy první sady (5.1) a ladicí zářezy druhé sady (5.2) jsou stejně dlouhé a stejně široké a jsou od sebe ekvidistantně vzdáleny.

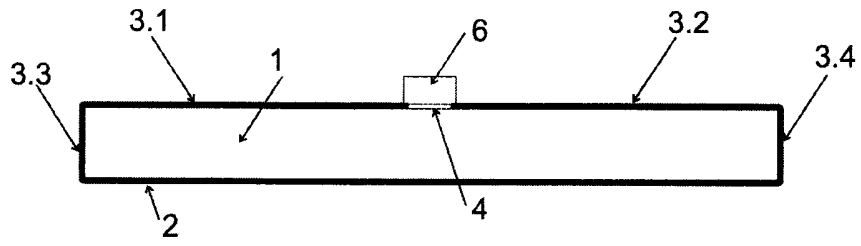
3. Nízkoprofilová planární anténa podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že ladicí zářezy první sady (5.1) a/nebo ladicí zářezy druhé sady (5.2) jsou stejně dlouhé a vzdálenosti mezi nimi jsou různé.

4. Nízkoprofilová planární anténa podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že ladicí zářezy první sady (5.1) a/nebo druhé sady (5.2) mají vůči sobě různou délku a jsou od sebe ekvidistantně vzdáleny.

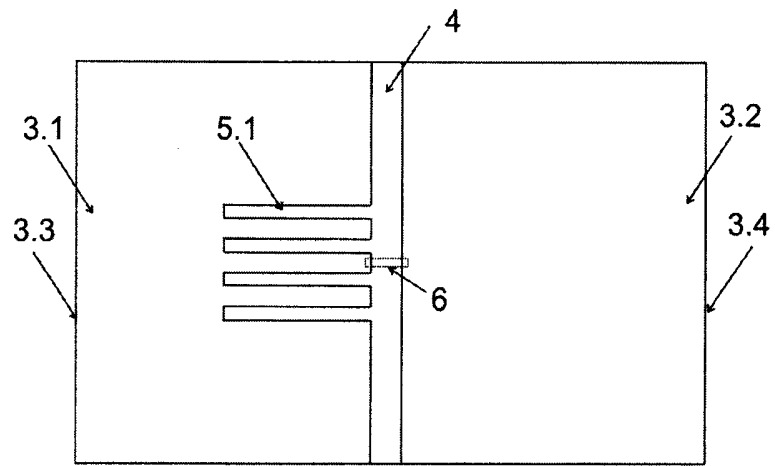
5. Nízkoprofilová planární anténa podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že ladicí zářezy první sady (5.1) a/nebo druhé sady (5.2) mají vůči sobě různou délku a jsou od sebe různě vzdáleny.

6. Nízkoprofilová planární anténa podle kteréhokoli z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že ladicí zářezy první sady (5.1) a druhé sady (5.2) mají stejnou šířku.

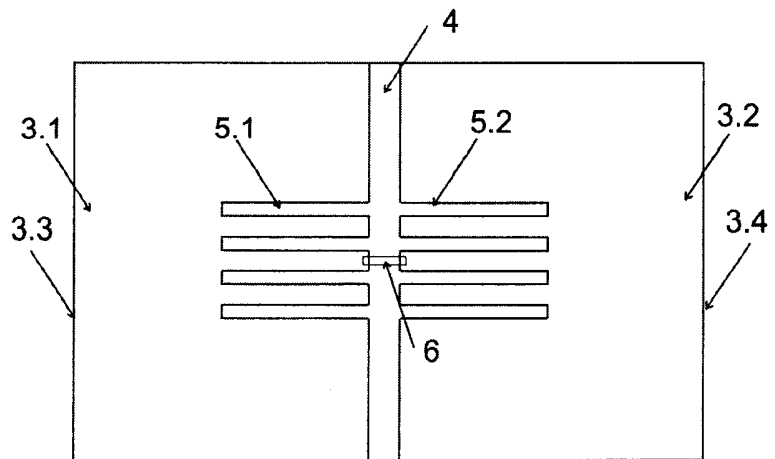
7. Nízkoprofilová planární anténa podle kteréhokoli z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že ladicí zářezy první sady (5.1) a/nebo druhé sady (5.2) mají navzájem různou šířku.



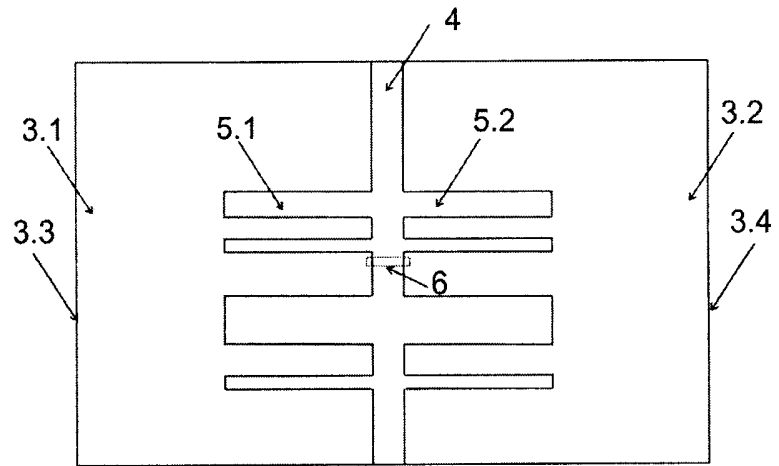
Obr. 1



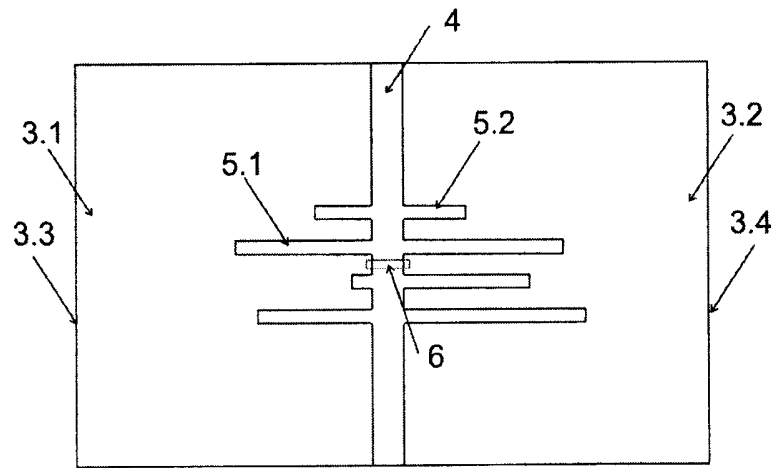
Obr. 2



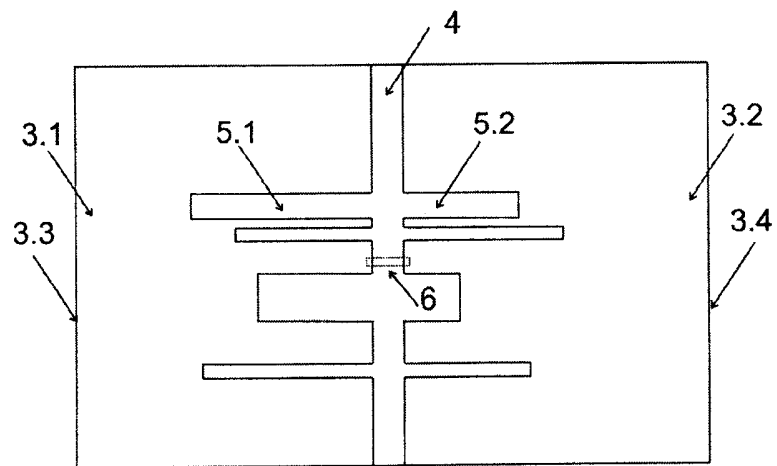
Obr. 3



**Obr. 4**



**Obr. 5**



**Obr. 6**

Konec dokumentu