

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2008-443

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

H01Q 7/00 (2006.01)
H01Q 9/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **15.07.2008**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **27.01.2010**
(Věstník č. 4/2010)

(71) Přihlašovatel:

České vysoké učení technické v Praze, fakulta
elektrotechnická, Praha, CZ

(72) Původce:

Polivka Milan Ing. Ph.D., Praha 4, CZ
Švanda Milan Ing., Praha 6 - Nebušice, CZ

(74) Zástupce:

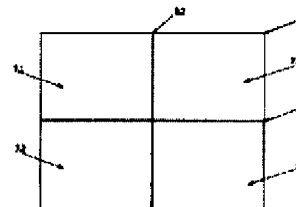
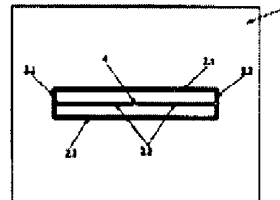
Ing. Hana Dušková, Na Kočově 180, Chotutice, 28301

(54) Název přihlášky vynálezu:

Nizkoprofilová anténa

(57) Anotace:

Nizkoprofilovou anténu tvoří první substrát (1) s motivem vlastní smyčky, umístěný na druhý substrát (6), na jehož vrchní straně je vytvořen motiv čtveřice subvlnových plošek (7.1, 7.2, 7.3 a 7.4) oddělených vzájemně tenkými štěrbinami (8.1 a 8.2). Spodní strana druhého substrátu (6) je opalřena souvislou vodivou vrstvou tvořící stínící rovinu (9). Tloušťka druhého substrátu (6) je $0,007 \div 0,015 \lambda_g$ a jeho relativní permitivita $\epsilon_r > 6$. Vlastní smyčka je tvořena třemi tenkými rovnoběžnými pásky (2.1, 2.2, 2.3) délky $0,45 \div 0,6 \lambda_g$, které jsou vzájemně vzdáleny $0,01 \div 0,04 \lambda_g$ kde λ_g je vlnová délka na daném substrátu. Jejich konce jsou spojeny dvěma propojovacími bočními páskami (3.1, 3.2) šířky ve stejném rozmezí jako je šířka pásků (2.1, 2.2). Počet pásků tvořících smyčku lze měnit a ovlivňovat tak vstupní impedanci antény. Pásek (2.2), nejbližší středu prvního substrátu (1) je přerušen první mezerou (4), která slouží pro umístění napájecího čipu. Šířka první mezery (4) odpovídá vzdálenosti kontaktů použitého čipu. Motiv smyčkové antény je vytvořen na tenkém prvním substrátu (1) o tloušťce $0,001 \div 0,005 \lambda_g$ s nízkou relativní permitivitou $\epsilon_r = 2$ až 4 a je umístěn symetricky vzhledem k jeho středu. Anténa může být modifikována zvětšením plochy druhého substrátu (6) a stínící roviny (9) nebo pouze stínící roviny (9). Při použití čipů bez integrovaného stejnosměrného oddělení je motiv vlastní smyčky doplněn o druhou mezeru (5) pro oddělovací kondenzátor, vytvořenou ve stejném pásku (2.2) jako je první mezeru (4).



CZ 2008 - 443 A3

Nizkoprofilová anténa

Oblast techniky

Předkládané řešení se týká vytvoření nového extrémně nízkoprofilového smyčkového zářiče, tedy antény, se stínicí rovinou, vykazujícího komplexní charakter vstupní impedance a minimální vliv materiálu objektu, na kterém je zářič umístěn, například kov, lidská tkáň, a podobně, na jeho vlastnosti.

Dosavadní stav techniky

Vzhledem k tomu, že výsledkem předkládaného řešení je anténa pracující s dobrými parametry i v těsné blízkosti libovolných objektů, je dosavadní známý stav techniky vztažen 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, použitím flíčkových (patchových) antén nebo použitím víceramenných dipólů nad stínicí rovinou.

Aby bylo možné provozovat anténu typu zkrácený dipól v těsné blízkosti libovolných objektů (kovových či dielektrických), je nezbytné ji doplnit dielektrickou podložkou tloušťky minimálně $0,03 \lambda_0$. 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.

Rozměry flíčkových antén musí být srovnatelné s polovinou vlnové délky, což vede ve zmíněných nízkých kmitočtových pásmech na poměrně rozsáhlé struktury ($\lambda_0 / 2 \sim 170$ mm). Dalším problémem je výrazný pokles vyzařovací účinnosti, a tedy i anténního zisku při snižování profilu antény. Přijatelná vyzařovací účinnost může být dosažena u antény s profilem větším než $0,02 \lambda_0$ (tedy 6 – 7 mm v UHF pásmu). Tento jev je mnohem výraznější pro flíčkové antény vytvořené na substrátech s vyšší

hodnotou relativní permitivity ($\epsilon_r > 3$), použitím takového substrátu tedy nelze snižovat profil antény.

Využití víceramenných skládaných dipólů v těsné blízkosti vodivé roviny umožní realizovat nízkoprofilovou anténu ($0,01 \lambda_0$) při zachování alespoň 50 % vyzařovací účinnosti. Tato hodnota účinnosti je však dosahována při použití vzduchového dielektrika. Použití mikrovlnného nízkoztrátového substrátu již vede k jejímu dalšímu výraznému poklesu. 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.

Podstata vynálezu

Nedostatky výše uvedených řešení odstraňuje nízkoprofilová anténa podle předkládaného řešení tvořená prvním substrátem s motivem a stínicí rovinou. Podstatou nového řešení je, že první substrát má tloušťku $0,0001$ až $0,005 \lambda_g$ a nízkou relativní permitivitu ϵ_r , která je v rozmezí 2 až 4. Motiv, umístěný na vrchní straně prvního substrátu, je tvořen minimálně dvěma rovnoběžnými pásky o délce $0,45$ až $0,6 \lambda_g$ a o tloušťce v rozmezí $0,0015$ až $0,009 \lambda_g$, které jsou vzájemně vzdáleny o $0,01$ až $0,04 \lambda_g$, kde λ_g je vlnová délka na daném prvním substrátu. Konce těchto pásků jsou navzájem spojeny prvním a druhým propojovacím bočním páskem o tloušťce ve stejném rozmezí jako je tloušťka pásků. Pásek, který je umístěný nejbližší středu prvního substrátu, je opatřen první mezerou, do které se umísťuje napájecí čip. Šířka této první mezery odpovídá vzdálenosti kontaktů použitého čipu. První substrát je umístěn na druhém substrátu o vysoké relativní permitivitě $\epsilon_r > 6$ a o tloušťce $0,007$ až $0,015 \lambda_g$. Na vrchní straně druhého substrátu je umístěn motiv ze čtyř stejných pravoúhlých čtyřúhelníkových subvlnových plošek, které jsou umístěny ve dvojicích nad sebou. Jejich délka ve směru podél delšího rozměru rovnoběžných pásků je v rozmezí $0,35$ až $0,45 \lambda_g$ a jejich šířka je v rozmezí $0,1$ až $0,45 \lambda_g$. Tyto plošky jsou navzájem odděleny první a druhou štěrbinou, které mají šířku $0,0007$ až $0,007 \lambda_g$ a jejichž průsečík leží ve středu druhého substrátu. Spodní strana druhého substrátu je opatřena spojitou vrstvou pokovení tvořící stínicí rovinu.

V případě použití napájecího čipu bez integrovaného stejnosměrného oddělení je v pásku smyčky motivu, ve kterém je vytvořena první mezera, vytvořena ve vzdálenosti $0,02$ až $0,07 \lambda_g$ od středu této první mezery druhá mezera, do které se umísťuje SMD oddělovací kondenzátor. Šířka druhé mezery odpovídá vzdálenosti kontaktů použitého SMD oddělovacího kondenzátoru.

V jednom možném provedení je plocha druhého substrátu a souvislé vodivé vrstvy větší než plocha prvního substrátu, přičemž rozměry čtveřice plošek jsou zachovány.

V jiném provedení je plocha souvislé vodivé vrstvy větší než plocha prvního substrátu, přičemž rozměry čtveřice plošek jsou opět zachovány.

Výhodou uvedené nízkoprofilové antény, oproti stávajícím řešením v oblasti antén pracujících v blízkosti libovolných objektů, je značná miniaturizace jeho půdorysných rozměrů a především významné snížení profilu zářiče při zachování vyzařovací účinnosti větší než 50 %, a tedy kladné hodnoty anténního zisku. Řešení tedy umožňuje využití takové antény pro bezkontaktní identifikaci (RFID) např. kovových kontejnerů či jiných objektů nebo osob, což představuje v současnosti značný problém.

Přehled obrázků na výkresech

Předkládané řešení bude dále popsáno pomocí přiložených výkresů. Obr. 1 znázorňuje boční pohled na výslednou anténu sestavenou z obou substrátů s příslušnými motivy. Na obr. 2 je uveden pohled shora na první substrát s motivem smyčkové antény, na obr. 3 pak pohled shora na druhý substrát s motivem čtveřice plošek oddělených štěrbinami. Obr. 4 obsahuje pohled shora na modifikaci motivu antény z obr. 2 při nutnosti použít externí stejnosměrné oddělení pomocí SMD kondenzátoru. Obr. 5 a 6 zobrazují příklady možných modifikací vlastní smyčky s jiným počtem závitů z důvodu dosažení potřebné vstupní impedance. Na obr. 7 je uveden pohled z boku na variantu antény s rozšířenou stínící rovinou včetně druhého substrátu. Na obr. 8 pak varianta s rozšířením pouze stínící roviny.

Příklady provedení vynálezu

Příklad řešení nízkoprofilové smyčkové antény s rezonančním povrchem je schematicky naznačen na obr. 1. Jedná se o umístění prvního substrátu 1 s motivem smyčky na druhý substrát 6, který má na své vrchní straně vytvořen motiv čtyř subvlnových plošek 7.1, 7.2, 7.3 a 7.4 oddělených první štěrbinou 8.1 a na ní kolmou druhou štěrbinou 8.2. Motiv druhého substrátu 6 je zobrazen na obr. 3. Spodní stranu druhého substrátu 6 pokrývá souvislá vodivá vrstva tvořící stínící rovinu 9. Pevné spojení obou vrstev lze realizovat například pomocí tenké vrstvy lepidla či lisováním.

Obr. 2 znázorňuje motiv vlastní smyčky vytvořený na prvním substrátu 1. Smyčka je zde tvořena prvním až třetím rovnoběžným páskem 2.1, 2.2, a 2.3 délky $0,45 \div 0,6 \lambda_g$ a tloušťky $0,0015 \div 0,009 \lambda_g$ vzájemně vzdálenými $0,01 \div 0,04 \lambda_g$, kde λ_g je vlnová délka na daném substrátu. Jejich konce jsou spojeny prvním propojovacím bočním páskem 3.1 a druhým propojovacím bočním páskem 3.2 o tloušťce ve stejném rozmezí jako mají rovnoběžné pásy 2.1 až 2.3. Pásek, který je nejbližší středu prvního substrátu 1, zde tedy střední pásek 2.2, je ve svém středu přerušen první mezerou 4, která slouží pro umístění napájecího čipu. Tato první mezera 4 nemusí vždy ležet nutně ve středu daného pásu. Šířka první mezery 4 odpovídá vzdálenosti kontaktů použitého čipu. Tloušťka prvního substrátu 1 je $0,001 \div 0,005 \lambda_g$ a jeho relativní permitivita $\epsilon_r = 2 \div 4$. Smyčka je umístěna symetricky vzhledem k jeho středu.

Na obr.3 je uveden příklad provedení druhého substrátu 6 s motivem. Druhý substrát 6 má vysokou relativní permitivitu, která je $\epsilon_r > 6$. Na jeho vrchní straně je vytvořen motiv čtyř stejných pravouhlých čtyřúhelníkových plošek 7.1, 7.2, 7.3 a 7.4, které jsou odděleny vzájemně první štěrbinou 8.1 a druhou štěrbinou 8.2 tloušťky $0,0007 \div 0,007 \lambda_g$. Tloušťka tohoto druhého substrátu 6 je $0,007 \div 0,015 \lambda_g$. Strana každé plošky 7.1, 7.2, 7.3 a 7.4 ve směru podél delšího rozměru smyčky má délku $0,35 \div 0,45 \lambda_g$. Šířka plošky 7.1, 7.2, 7.3 a 7.4, tedy ve směru napříč delšího rozměru smyčky, je v rozmezí hodnot $0,1 \div 0,45 \lambda_g$.

Obr. 4 zobrazuje první substrát 1 s motivem vlastní smyčky, který je modifikován přídavnou druhou mezerou 5, která leží ve stejném pásku, jako první mezera 4, zde tedy ve středním pásku 2.2. Tato druhá mezera 5 umožní, u některých čipů nezbytné, stejnosměrné oddělení pomocí SMD kondenzátoru. Její šířka odpovídá vzdálenosti kontaktů použitého SMD oddělovacího kondenzátoru.

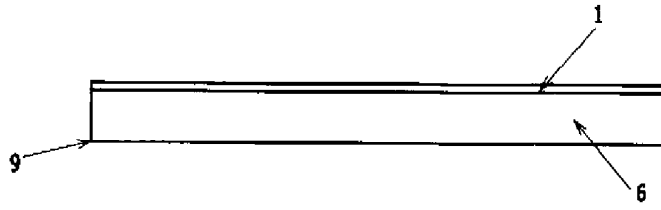
Na obr. 5 resp. 6 jsou zobrazeny příklady možných modifikací vlastní smyčky, které se liší počtem závitů z důvodu dosažení potřebné vstupní impedance v závislosti na impedanci použitého čipu. Vlastní smyčka může mít formu pouze jednoduché smyčky, obr. 5, kde se skládá jen z prvního pásku 2.1 a z druhého pásku 2.2 nebo naopak vícenásobné, například trojitě, smyčky, viz obr. 6, kde je zařazen ještě čtvrtý pásek 2.4. Lze vytvořit motivy i s více než čtyřmi pásy.

Další varianty umožňující dosáhnout ještě výraznějšího potlačení vlivu materiálu podložky, na které je anténa umístěna a zvýšení směrovosti antény jsou zobrazeny na obr. 7 a 8. Celkové rozměry druhého substrátu 6 se stínicí rovinou 9 tvořenou spojitou vodivou vrstvou pokovení lze, při zachování uvedených rozměrů čtveřice plošek 7.1, 7.2, 7.3 a 7.4, libovolně zvětšit, jak je uvedeno na obr. 7. Tato varianta může být dále modifikována tím, že bude zvětšen pouze povrch stínicí roviny 9, což umožní výrazné snížení hmotnosti celé antény, viz obr. 8. Přesah stínicí roviny 9 lze realizovat například pokovením plastového obalu, ve kterém může být anténa umístěna, např. pomocí vodivé fólie.

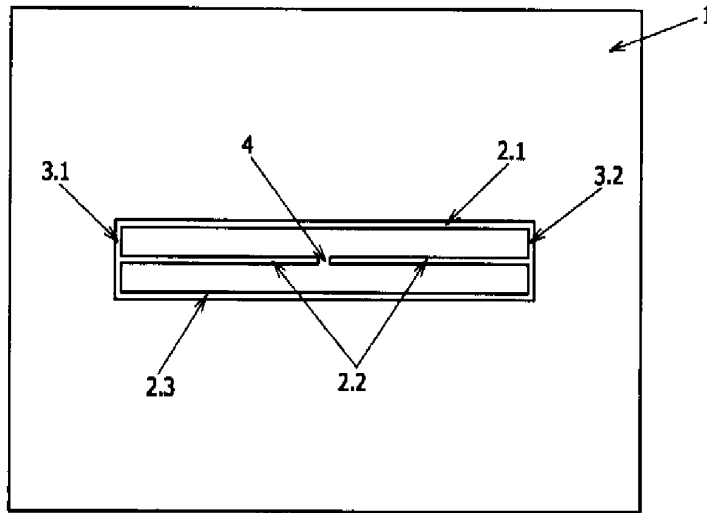
Anténa pracuje jako smyčková anténa o délce srovnatelné s vlnovou délkou λ_g na daném substrátu. Dvojitě provedení smyčky umožní dosažení dostatečně vysoké reálné části vstupní impedance antény. Změnou počtu závitů lze tedy ladit reálnou část vstupní impedance antény v závislosti na impedanci čipu. Podstatnou součástí antény je čtveřice plošek 7.1, 7.2, 7.3 a 7.4 umístěných na druhém substrátu 6, který odděluje smyčku od vodivé stínicí roviny 9. Na jednotlivých ploškách 7.1, 7.2, 7.3 a 7.4 tohoto povrchu je smyčkou vybuzeno proudové rozložení v souhlasném směru s rozložením na středním pásku 2.2 smyčky. Dochází tak ke konstruktivním interferencím a podstatnému zvýšení vyzařovací účinnosti, která je větší než 50 % oproti umístění smyčky na shodném substrátu bez použití zmíněných plošek 7.1, 7.2, 7.3 a 7.4, kdy je vyzařovací účinnost menší než 17 %.

PATENTOVÉ NÁROKY

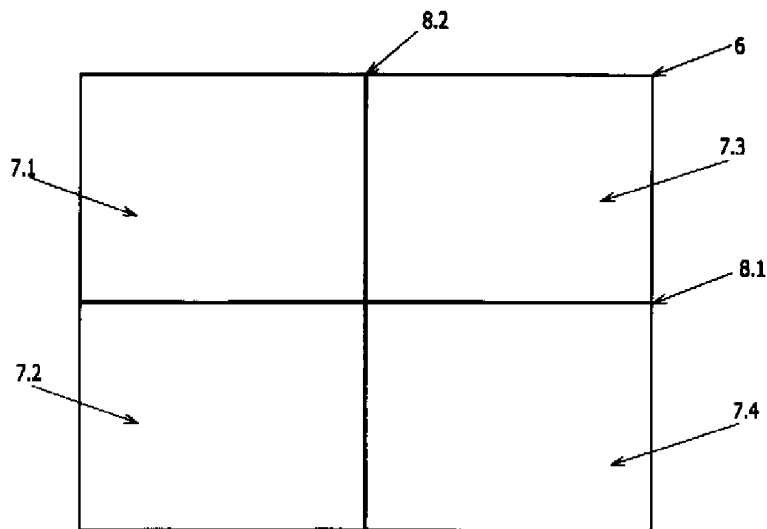
1. Nízkoprofilová anténa tvořená prvním substrátem s motivem a stínicí rovinou **vyznačující se tím, že** první substrát (1) má tloušťku 0,0001 až 0,005 λ_g a relativní permitivitu ϵ_r v rozmezí 2 až 4 a na jeho vrchní straně umístěný motiv je tvořen minimálně dvěma rovnoběžnými pásky (2.1, 2.2) o délce 0,45 až 0,6 λ_g a o tloušťce v rozmezí 0,0015 až 0,009 λ_g vzájemně vzdálenými o 0,01 až 0,04 λ_g , kde λ_g je vlnová délka na daném prvním substrátu (1), jejichž konce jsou navzájem spojeny prvním a druhým propojovacím bočním páskem (3.1, 3.2) o tloušťce ve stejném rozmezí jako je tloušťka pásků (2.1, 2.2), kde pásek (2.2) umístěný nejbliže středu prvního substrátu (1) je opatřen první mezerou (4) pro umístění napájecího čipu, jejíž šířka odpovídá vzdálenosti kontaktů použitého čipu, a tento první substrát (1) je umístěn na druhém substrátu (6) o relativní permitivitě $\epsilon_r > 6$ a o tloušťce 0,007 až 0,015 λ_g , na jehož vrchní straně je umístěn motiv ze čtyř stejných pravoúhlých čtyřúhelníkových subvlnových plošek (7.1, 7.2, 7.3, 7.4), které jsou umístěny ve dvojicích nad sebou, jejichž délka ve směru podél delšího rozměru rovnoběžných pásků (2.1, 2.2) je v rozmezí 0,35 až 0,45 λ_g a jejichž šířka je v rozmezí 0,1 až 0,45 λ_g , kde tyto plošky (7.1, 7.2, 7.3, 7.4) jsou navzájem odděleny první štěrbinou (8.1) a druhou štěrbinou (8.2), které mají šířku 0,0007 až 0,007 λ_g a jejichž průsečík leží ve středu druhého substrátu (6), přičemž spodní strana druhého substrátu (6) je opatřena souvislou vodivou vrstvou tvořící stínicí rovinu (9).
2. Nízkoprofilová anténa podle nároku 1 **vyznačující se tím, že** v případě použití napájecího čipu bez integrovaného stejnosměrného oddělení je v pásku (2.2) smyčky motivu, ve kterém je vytvořena první mezera (4), vytvořena ve vzdálenosti 0,02 až 0,07 λ_g od středu této první mezery (4) druhá mezera (5) pro umístění SMD oddělovacího kondenzátoru, jejíž šířka odpovídá vzdálenosti kontaktů použitého SMD oddělovacího kondenzátoru.
3. Nízkoprofilová anténa podle nároku 1 nebo 2 **vyznačující se tím, že** plocha druhého substrátu (6) a stínicí roviny (9) je větší než plocha prvního substrátu (1), přičemž rozměry čtveřice plošek (7.1, 7.2, 7.3, 7.4) jsou zachovány.
4. Nízkoprofilová anténa podle nároku 1 nebo 2 **vyznačující se tím, že** plocha stínicí roviny (9) je větší než plocha prvního substrátu (1), přičemž rozměry čtveřice plošek (7.1, 7.2, 7.3, 7.4) jsou zachovány.



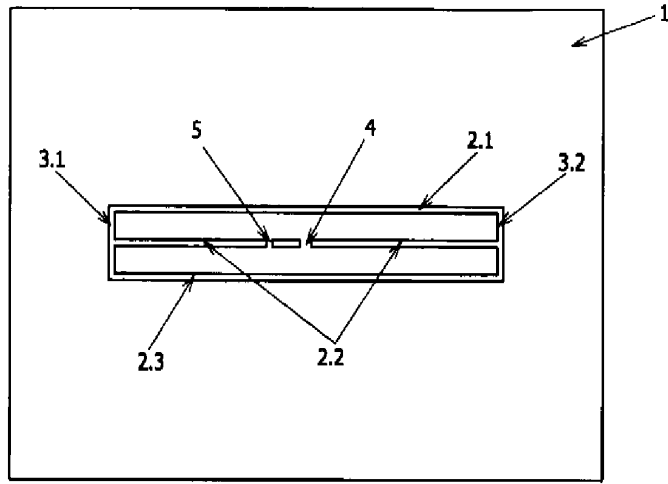
Obr. 1



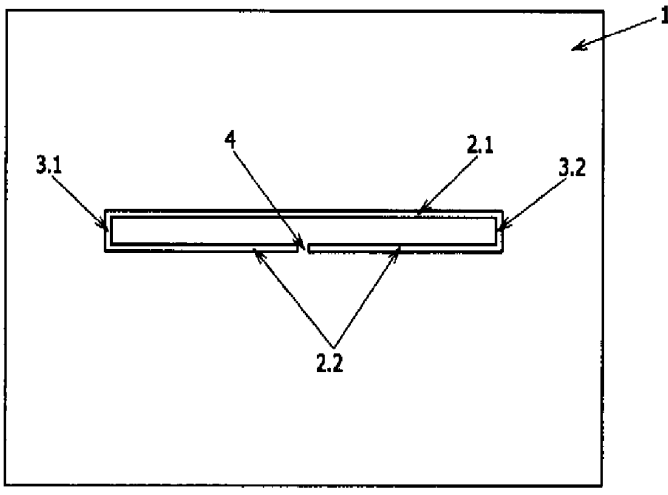
Obr. 2



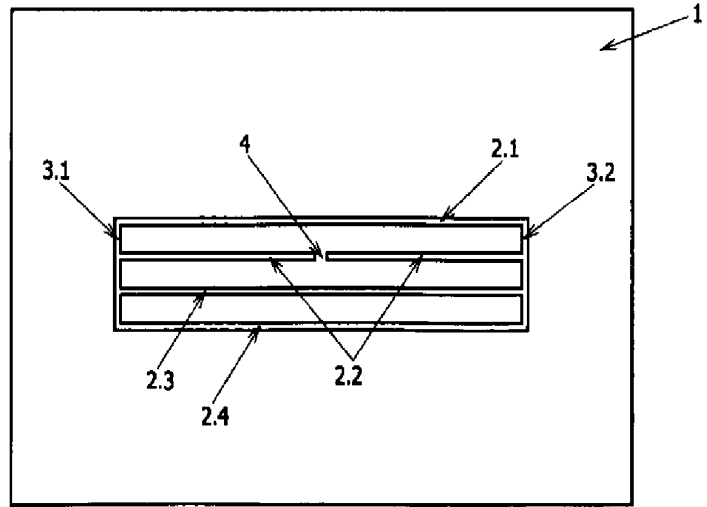
Obr. 3



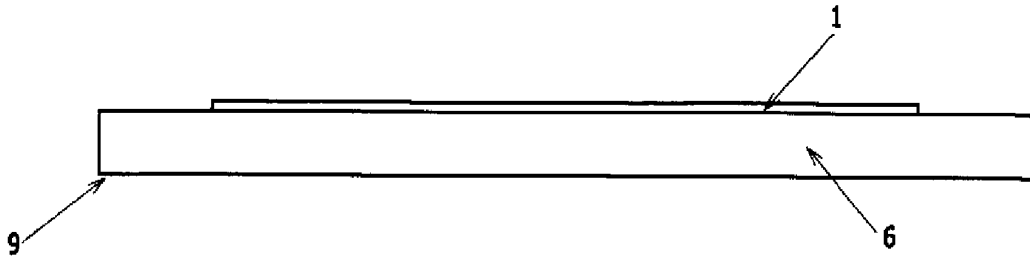
Obr. 4



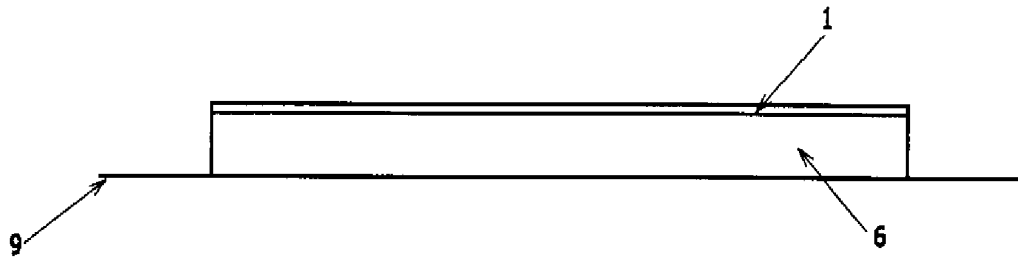
Obr. 5



Obr. 6



Obr. 7



Obr. 8