



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY  
A OBJEVY

# POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

217170

(11)

(B1)

(22) Přihlášeno 14 04 81  
(21) (PV 2818-81)

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>

H 01 P 1/38

(40) Zveřejněno 31 12 81

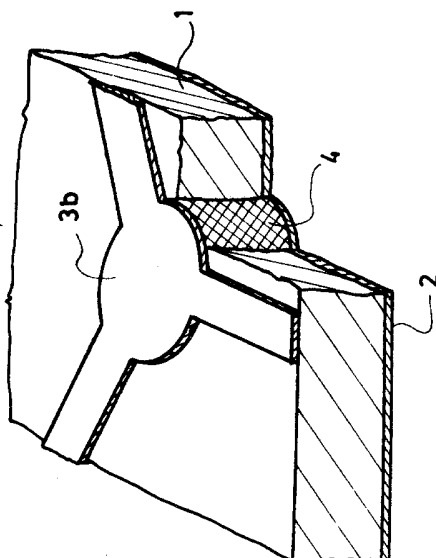
(45) Vydáno 15 02 85

(75)  
Autor vynálezu

SAKALA ONDŘEJ ing., ČERVENÝ LADISLAV, OTRADOVEC FRANTIŠEK,  
LUKEŠ VLASTIMIL ing., PRAHA

(54) Způsob výroby mikropáskových cirkulátorů pro mikrovlnné mikropáskové obvody na dielektrických substrátech

Způsob výroby mikropáskových cirkulátorů pro mikrovlnné mikropáskové obvody na dielektrických substrátech řeší problém výroby těchto cirkulátorů z nových hledisek. Podstata vynálezu spočívá v tom, že otvor pro feritový disk mikropáskového cirkulátoru se vytváří do dielektrického substrátu již opatřeného vodivými vrstvami. Řešení je možno využít téměř ve všech oborech mikrovlnné techniky, především však v radiolokacích a ve směrových spojích. Předmětný způsob výroby je pro lepší pochopení ilustrován na obr. 3 až 6 znázorňujících příkladová uspořádání mikropáskového cirkulátoru v konečné fázi způsobu jeho výroby.



OBR. 2

Vynález se týká způsobu výroby mikropáskových cirkulátorů pro mikrovlnné mikropáskové obvody na dielektrických substrátech.

Mikropáskový cirkulátor je důležitým prvkem mikrovlnných mikropáskových obvodů, které se dosud realizují převážně na dielektrických substrátech z polykrystalického oxidu hlinitého, protože dielektrické substráty z tohoto materiálu nejlépe vyhovují souboru požadavků, které jsou na jejich vlastnosti kladeny.

Jedním z hlavních problémů realizace mikropáskových cirkulátorů na dielektrických substrátech, a tedy i realizace mikrovlnných mikropáskových obvodů na dielektrických substrátech, obsahujících mikropáskové cirkulátory, je vhodný způsob uložení ohraničeného feritového prostředí, podmiňujícího charakteristickou činnost cirkulátoru, do požadovaného místa dielektrického substrátu.

Nejznámější způsob realizace mikropáskových cirkulátorů na dielektrických substrátech spočívá v tom, že nejdříve se vytvoří feritodielektrický substrát, na který se pak vhodným způsobem, obvykle vakuově, nanese kovové vrstvy, ze kterých se posléze, obvykle fotolitografickou technikou a galvanickým zesílením, zhotoví funkční vodivé vrstvy mikropáskového cirkulátoru - tj. vodivá vrstva obrazce a vodivá vrstva zemnicí desky.

Nejběžnější způsob zhotovení feritodielektrického substrátu se provádí tak, že do otvoru definitivně opracovaného dielektrického substrátu, který není ani z části pokryt kovovými vrstvami, se vhodným způsobem, obvykle speciálním epoxidovým tmelem, upevní a zatmelí definitivně opracovaný feritový disk, jehož plochy nejsou ani z části pokryty kovovými vrstvami.

Další známý, avšak méně užívaný způsob realizace mikropáskových cirkulátorů na dielektrických substrátech se vyznačuje tím, že na definitivně opracovaný dielektrický substrát s otvorem pro feritový disk se nejdříve vhodným způsobem, obvykle vakuově, nanese kovové vrstvy ze kterých se pak, obvykle fotolitografickou technikou a galvanickým zesílením, zhotoví funkční vodivé vrstvy mikropáskového cirkulátoru, a teprve poté se do otvoru takto připraveného substrátu upevní, obvykle epoxidovým tmelem, definitivně opracovaný a funkčními vodivými vrstvami pokrytý feritový disk. V závěrečné fázi realizace takového mikropáskového cirkulátoru se vhodným způsobem, nejčastěji pomocí zlatých fólií přisvářených ultrazvukem, provede vyhovující propojení funkčních vodivých vrstev na dielektrickém substrátu a feritovém disku.

Společným a charakteristickým znakem obou uvedených způsobů realizace mikropáskových cirkulátorů na dielektrických substrátech je skutečnost, že otvor pro feritový disk se vytváří do dielektrického substrátu, který není ani z části pokryt kovovými vrstvami případně funkčními vodivými vrstvami mikropáskového cirkulátoru.

Použití kvalitních dielektrických substrátů z oxidu hlinitého, případně safíru, či taveného křemene, pro realizaci mikrovlnných mikropáskových obvodů obsahujících mikropáskové cirkulátory je opodstatněné v těch případech, kdy se jedná o mikrovlnné obvody, na které jsou kladeny značné nároky, neboť výrobní cena takových mikrovlnných obvodů je poměrně vysoká.

Pro řadu méně náročných mikrovlnných mikropáskových obvodů s mikropáskovými cirkulátory by z tohoto důvodu bylo účelné a výhodné k jejich realizaci využít výrazně levnějších, komerčně vyráběných dielektrických substrátů již opatřených vodivými vrstvami. Dosud však nebylo těchto levných dielektrických substrátů využito k realizaci mikrovlnných mikropáskových obvodů obsahujících mikropáskové cirkulátory proto, že dosud nebyl znám způsob výroby mikropáskového cirkulátoru na dielektrickém substrátu pokrytém vodivými vrstvami.

Nedostatkem dosud známých způsobů výroby mikropáskových cirkulátorů pro mikrovlnné mikropáskové obvody na dielektrických substrátech je skutečnost, že jsou po stránce výrobní velmi náročné, neboť vyžadují poměrně nákladná technologická zařízení, jak pro výrobu samotných dielektrických substrátů, tak pro jejich finální opracování a vytváření přesných otvorů pro feritové disky a mimoto i složitá zařízení pro nanášení funkčních kovových vrstev na tyto substráty.

Výchozí suroviny používané pro výrobu dielektrických substrátů, jako například oxid hlinitý, safír, nebo křemen, jsou ve většině případů poměrně drahé. Kromě těchto surovin je nutno vzít v úvahu i potřebu vzácných kovů nebo slitin, jako například zlata, chromniklu a podobně, nutných pro vytváření funkčních kovových vrstev na těchto substrátech.

Výše uvedené nedostatky odstraňuje podle tohoto vynálezu způsob výroby mikropáskových cirkulátorů pro mikrovlnné mikropáskové obvody na dielektrických substrátech. Podstata vynálezu spočívá v tom, že do dielektrického substrátu opatřeného vodivou vrstvou pro zemnění a vodivou vrstvou obrazce, případně vodivou vrstvou pro zemnění a vodivou vrstvou pro obrazec, se vytvoří otvor, do kterého se upevní feritový disk. Zmíněný otvor může být buď průchozí, nebo neprůchozí ze strany vodivé vrstvy obrazce, případně ze strany vodivé vrstvy pro obrazec, anebo neprůchozí ze strany vodivé vrstvy pro zemnění.

Do průchozího otvoru vytvořeného v dielektrickém substrátu se upevní feritový disk, jehož obě rovinné plochy jsou opatřeny vodivými vrstvami. Pokud dielektrický substrát se zmíněným upevněným feritovým diskem nemá ještě zhotovenou vodivou vrstvu obrazce, provede se následně její zhotovení z vodivé vrstvy pro obrazec, načež se provede vodivé propojení vodivých vrstev feritového disku jednak s vodivou vrstvou pro zemnění pomocí druhé propojovací vodivé vrstvy a jednak s vodivou vrstvou obrazce pomocí prvních propojovacích vodivých vrstev.

V případě neprůchozího otvoru vytvořeného v dielektrickém substrátu ze strany vodivé vrstvy obrazce, případně vodivé vrstvy pro obrazec, se do tohoto otvoru upevní feritový disk, jehož jedna rovinná plocha je opatřena vodivou vrstvou ležící na straně vodivé vrstvy obrazce, případně na straně vodivé vrstvy pro obrazec. Pokud dielektrický substrát se zmíněným upevněným feritovým diskem nemá ještě zhotovenou vodivou vrstvu obrazce, provede se následně její zhotovení z vodivé vrstvy pro obrazec, načež se pomocí první propojovací vodivé vrstvy provede vodivé propojení vodivé vrstvy feritového disku s vodivou vrstvou obrazce.

V případě neprůchozího otvoru vytvořeného v dielektrickém substrátu ze strany vodivé vrstvy pro zemnění, se upevní feritový disk, jehož jedna rovinná plocha je opatřena vodivou vrstvou, ležící na straně vodivé vrstvy pro zemnění. Pokud dielektrický substrát se zmíněným upevněným feritovým diskem nemá ještě zhotovenou vodivou vrstvu obrazce, provede se následně její zhotovení z vodivé vrstvy pro obrazec, načež se pomocí druhé propojovací vodivé vrstvy provede vodivé propojení vodivé vrstvy feritového disku s vodivou vrstvou pro zemnění.

Dále v případě neprůchozího otvoru vytvořeného v dielektrickém substrátu ze strany vodivé vrstvy pro zemnění, se upevní feritový disk neopatřený vodivými vrstvami. Pokud dielektrický substrát se zmíněným upevněným feritovým diskem nemá ještě zhotovenou vodivou vrstvu obrazce, provede se následně její zhotovení z vodivé vrstvy pro obrazec, načež se ze strany vodivé vrstvy pro zemnění provede pokrytí feritového disku krycí vodivou vrstvou, vodivě spojenou s vodivou vrstvou pro zemnění.

Výhodou způsobu výroby mikropáskových cirkulátorů pro mikrovlnné mikropáskové obvody na dielektrických substrátech podle vynálezu je skutečnost, že umožňuje realizaci mikrovlnných mikropáskových obvodů s mikropáskovými cirkulátory na levných, komerčně vyráběných

dielektrických substrátech, které sice nejsou způsobilé pro realizaci špičkových mikrovlnných mikropáskových obvodů, ale vyhovují pro řadu méně náročných mikrovlnných mikropáskových obvodů používaných v zařízeních mikrovlnné techniky.

Další výhodou těchto levných, komerčně vyráběných dielektrických substrátů je skutečnost, že jsou dostupné prakticky v libovolných plošných rozměrech a v potřebných tloušťkách a mimoto je lze mechanicky zpracovávat poměrně nenáročnou technologií a běžnými nástroji.

Za mimořádně výhodnou lze považovat tu okolnost, že zmíněné dielektrické substráty jsou již z komerční výroby opatřeny kompaktními vodivými vrstvami, ze kterých se funkční vodivé vrstvy mikrovlnného mikropáskového obvodu vytvářejí bez dalšího, jinak nezbytného nanášení kovových vrstev.

Zavedení způsobu výroby mikropáskových cirkulátorů pro mikrovlnné mikropáskové obvody na uvedených dielektrických substrátech může přispět k postupnému rozšíření mikrovlnných mikropáskových obvodů v různých oborech mikrovlnné techniky a to především v radiolokaci a ve směrových spojích.

Způsob výroby mikropáskových cirkulátorů pro mikrovlnné mikropáskové obvody na dielektrických substrátech podle vynálezu bude následovně bližší popsán v příkladových provedeníh pomocí obr. 1 až 6, kde

obr. 1 a 2 schematicky znázorňují vodivými vrstvami opatřený dielektrický substrát a mikropáskový cirkulátor, a obr. 3 až 6 podrobně znázorňují čtyři z možných uspořádání mikropáskového cirkulátoru v konečné fázi způsobu jeho výroby podle vynálezu.

Na obr. 1 je znázorněn dielektrický substrát 1 s vyznačením vodivé vrstvy 2 pro zemnění a vodivé vrstvy 3a pro obrazec. Obr. 2 znázorňuje schematicky uspořádání mikropáskového cirkulátoru na dielektrickém substrátu 1 s vyznačením vodivé vrstvy 2 pro zemnění, vodivé vrstvy 3b obrazce a feritového disku 4.

Podle uspořádání mikropáskového cirkulátoru na obr. 3 se nejprve v dielektrickém substrátu 1 opatřeném vodivou vrstvou 2 pro zemnění a vodivou vrstvou 3a pro obrazec, případně vodivou vrstvou 2 pro zemnění a ještě neznázorněnou vodivou vrstvou 3b obrazce, vytvoří průchozí otvor 11a, do kterého se v oblasti 5 upevnění feritového disku upevní, například tmelením, feritový disk 4, jehož obě rovinné plochy jsou pokryty vodivými vrstvami 4a. V případě, že zmíněný feritový disk 4 se upevní v dielektrickém substrátu 1 opatřeném vodivou vrstvou 2 pro zemnění a vodivou vrstvou 3a pro obrazec, provede se následně zhotovení vodivé vrstvy 3b obrazce z vodivé vrstvy 3a pro obrazec, jak znázorněno na obr. 2.

Vodivé propojení vodivých vrstev 4a feritového disku 4 se pak provede v oblastech 8 vodivých spojů, jednak s vodivou vrstvou 2 pro zemnění pomocí druhé propojovací vrstvy 7 a jednak s vodivou vrstvou 3b obrazce pomocí prvních propojovacích vodivých vrstev 6. V tomto uspořádání se pro první propojovací vodivé vrstvy 6 použije přímých úseků vodivé fólie a pro druhou propojovací vodivou vrstvu 7 se použije vodivé fólie ve tvaru prstence, přičemž vodivé spojení se provede ultrazvukovým svářením, může však být provedeno i pájením, vodivým lepením a podobně.

Podle uspořádání na obr. 4 je postup výroby stejný jako při uspořádání na obr. 3, zásadně se však odlišuje tím, že namísto průchozího otvoru 11a se zde ze strany vodivé vrstvy 3a pro obrazec, případně ze strany vodivé vrstvy 3b obrazce, vytvoří neprůchozí otvor 11b a do tohoto otvoru se upevní feritový disk 4, jehož jedna rovinná plocha je opatřena vodivou vrstvou 4a.

Podle uspořádání na obr. 5 je postup výroby stejný jako při uspořádání na obr. 4, zásadně se však odlišuje tím, že se zde vytvoří neprůchozí otvor 11c ze strany vodivé vrstvy 2 pro zemnění.

Podle uspořádání na obr. 6 je postup výroby stejný, jako při uspořádání na obr. 5, zásadně se však odlišuje tím, že v neprůchozím otvoru 11c vytvořeném ze strany vodivé vrstvy 2 pro zemnění, se v tomto případě upevní feritový disk 4 neopatřený vodivými vrstvami. Ze strany vodivé vrstvy 2 pro zemnění se provede pokrytí feritového disku 4 krycí vodivou vrstvou 2, která se v oblastech 8 vodivých spojů vodivě spojí s vodivou vrstvou 2 pro zemnění. Jako krycí vodivé vrstvy 2 se v tomto případě použije vodivé fólie kruhového tvaru.

## P R E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Způsob výroby mikropáskových cirkulátorů pro mikrovlnné mikropáskové obvody na dielektrických substrátech, vyznačený tím, že do dielektrického substrátu (1) opatřeného vodivou vrstvou (2) pro zemnění a vodivou vrstvou (3a) pro obrazec, případně vodivou vrstvou (2) pro zemnění a vodivou vrstvou (3b) obrazce, se vytvoří otvor (11), do kterého se upevní feritový disk (4).

2. Způsob výroby mikropáskových cirkulátorů podle bodu 1, vyznačený tím, že do dielektrického substrátu (1) se vytvoří průchozí otvor (11a).

3. Způsob výroby mikropáskových cirkulátorů podle bodu 1, vyznačený tím, že do dielektrického substrátu (1) se vytvoří neprůchozí otvor (11b) ze strany vodivé vrstvy (3a) pro obrazec, případně ze strany vodivé vrstvy (3b) obrazce.

4. Způsob výroby mikropáskových cirkulátorů podle bodu 1, vyznačený tím, že do dielektrického substrátu (1) se vytvoří neprůchozí otvor (11c) ze strany vodivé vrstvy (2) pro zemnění.

5. Způsob výroby mikropáskových cirkulátorů podle bodu 1 a 2, vyznačený tím, že do průchozího otvoru (11a) v dielektrickém substrátu (1) opatřeném vodivou vrstvou (3b) obrazce se v oblasti (5) upevnění feritového disku (4) upevní feritový disk (4), jehož obě rovinné plochy jsou opatřeny vodivými vrstvami (4a), načež se v oblastech (8) vodivých spojů provede vodivé propojení vodivých vrstev (4a) feritového disku (4) jednak s vodivou vrstvou (2) pro zemnění pomocí druhé propojovací vrstvy (7) a jednak s vodivou vrstvou (3b) obrazce pomocí prvních propojovacích vodivých vrstev (6).

6. Způsob výroby mikropáskových cirkulátorů podle bodu 1 a 2, vyznačený tím, že do průchozího otvoru (11a) v dielektrickém substrátu (1) opatřeném vodivou vrstvou (3a) pro obrazec, se v oblasti (5) upevnění feritového disku (4) upevní feritový disk (4), jehož obě rovinné plochy jsou opatřeny vodivými vrstvami (4a) a poté se z vodivé vrstvy (3a) pro obrazec zhotoví vodivá vrstva (3b) obrazce, načež se v oblastech (8) vodivých spojů provede vodivé propojení vodivých vrstev (4a) feritového disku (4) jednak s vodivou vrstvou pro zemnění pomocí druhé propojovací vrstvy (7) a jednak s vodivou vrstvou (3b) obrazce pomocí prvních propojovacích vrstev (6).

7. Způsob výroby mikropáskových cirkulátorů podle bodu 1 a 3, vyznačený tím, že do neprůchozího otvoru (11b) v dielektrickém substrátu (1) opatřeném vodivou vrstvou (3b) obrazce, se v oblasti (5) upevnění feritového disku (4) upevní feritový disk (4), jehož jedna rovinná plocha je opatřena vodivou vrstvou (4a) ležící na straně vodivé vrstvy (3b) obrazce, načež se pomocí prvních propojovacích vodivých vrstev (6) provede v oblastech (8) vodivých spojů vodivé propojení vodivé vrstvy (4a) feritového disku (4) s vodivou vrstvou (3b) obrazce.

8. Způsob výroby mikropáskových cirkulátorů podle bodu 1 a 3, vyznačený tím, že do neprůchozího otvoru (11b) v dielektrickém substrátu (1) opatřeném vodivou vrstvou (3a) pro obrazec, se v oblasti (5) upevnění feritového disku (4) upevní feritový disk (4), jehož jedna rovinná plocha je opatřena vodivou vrstvou (4a) ležící na straně vodivé vrstvy (3a) pro obrazec a poté se z vodivé vrstvy (3a) pro obrazec zhotoví vodivá vrstva (3b) obrazce, načež se pomocí prvních propojovacích vodivých vrstev (6) provede v oblastech (8) vodivých spojů vodivé propojení vodivé vrstvy (4a) feritového disku (4a) feritového disku (4) s vodivou vrstvou (3b) obrazce.

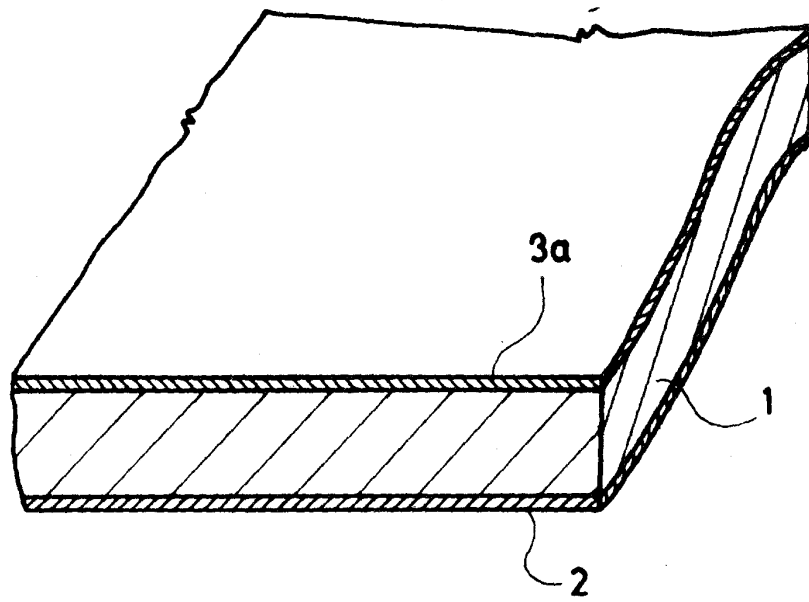
9. Způsob výroby mikropáskových cirkulátorů podle bodu 1 a 4, vyznačený tím, že do neprůchozího otvoru (11c) v dielektrickém substrátu (1) opatřeném vodivou vrstvou (3b) obrazce, se v oblasti (5) upevnění feritového disku (4) upevní feritový disk (4), jehož jedna rovinná plocha je opatřena vodivou vrstvou (4a) ležící na straně vodivé vrstvy (2) pro zemnění, načež se pomocí druhé propojovací vodivé vrstvy (7) provede v oblastech (8) vodivých spojů vodivé propojení vodivé vrstvy (4a) feritového disku (4) s vodivou vrstvou (2) pro zemnění.

10. Způsob výroby mikropáskových cirkulátorů podle bodu 1 a 4, vyznačený tím, že do neprůchozího otvoru (11c) v dielektrickém substrátu (1) opatřeném vodivou vrstvou (3a) pro obrazec se v oblasti (5) upevnění feritového disku (4) upevní feritový disk (4), jehož jednak rovinná plocha je opatřena vodivou vrstvou (4a) ležící na straně vodivé vrstvy (2) pro zemnění a poté se z vodivé vrstvy (3a) pro obrazec zhotoví vodivá vrstva (3b) obrazce, načež se v oblastech (8) vodivých spojů provede pomocí druhé propojovací vodivé vrstvy (7) vodivé propojení vodivé vrstvy (4a) feritového disku (4) s vodivou vrstvou (2) pro zemnění.

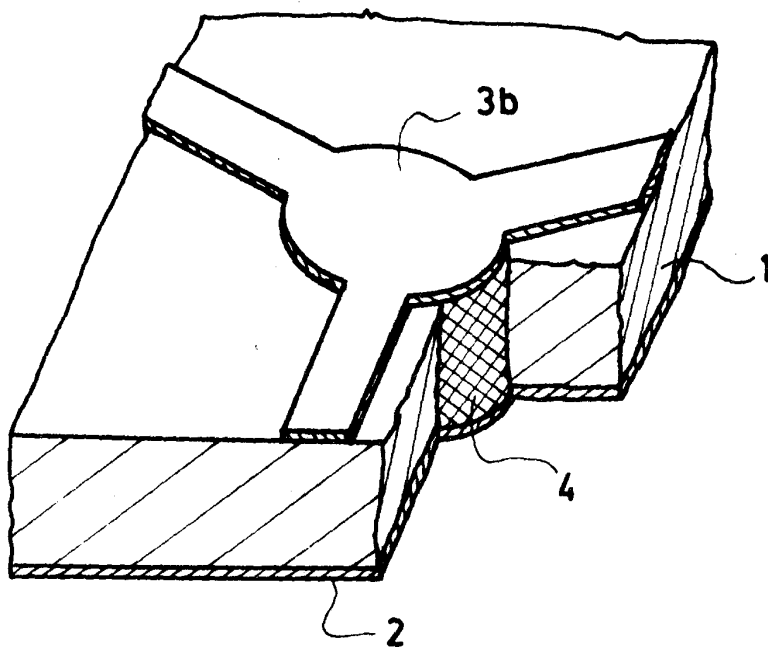
11. Způsob výroby mikropáskových cirkulátorů podle bodu 1 a 4, vyznačený tím, že do neprůchozího otvoru (11c) v dielektrickém substrátu (1) opatřeném vodivou vrstvou (3b) obrazce, se v oblasti (5) upevnění feritového disku (4) upevní feritový disk (4) neopatřený vodivými vrstvami, načež se ze strany vodivé vrstvy (2) pro zemnění provede jeho pokrytí krycí vodivou vrstvou (9), vodivě v oblastech (8) vodivých spojů spojenou s vodivou vrstvou (2) pro zemnění.

12. Způsob výroby mikropáskových cirkulátorů podle bodu 1 a 4 vyznačený tím, že do neprůchozího otvoru (11c) v dielektrickém substrátu (1) opatřeném vodivou vrstvou (3a) pro obrazec se v oblasti (5) upevnění feritového disku (4) upevní feritový disk (4) neopatřený vodivými vrstvami a poté se z vodivé vrstvy (3a) pro obrazec zhotoví vodivá vrstva (3b) obrazce, načež se ze strany vodivé vrstvy (2) pro zemnění provede pokrytí feritového disku (4) krycí vodivou vrstvou (9) vodivě v oblastech (8) vodivých spojů spojenou s vodivou vrstvou (2) pro zemnění.

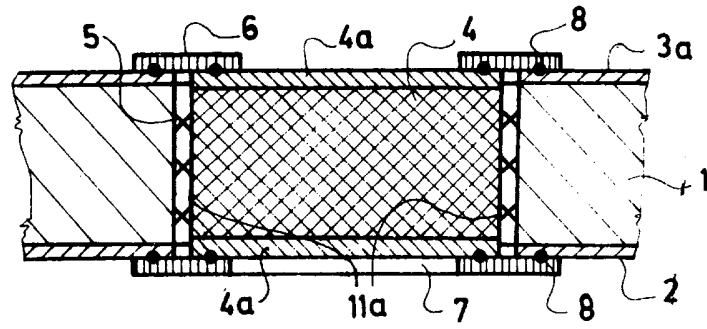
217170



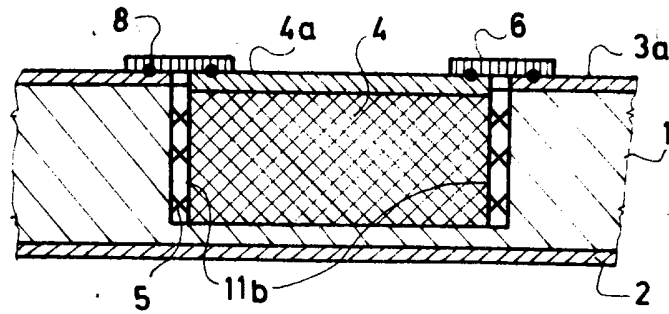
OBR. 1



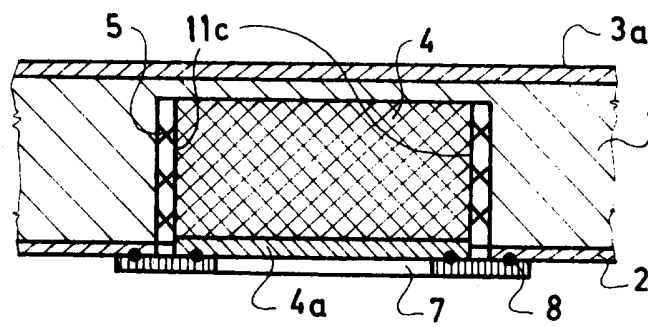
OBR. 2



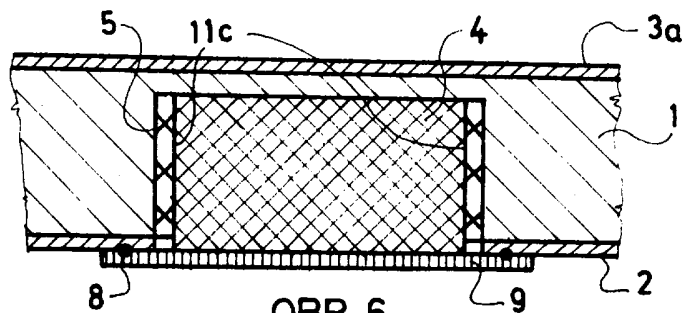
OBR.3



OBR.4



OBR .5



**OBR.6**