

# UŽITNÝ VZOR

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2007 - 19202**

(22) Přihlášeno: **13.09.2007**

(47) Zapsáno: **15.10.2007**

(11) Číslo dokumentu:

## 17940

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

**H05H 1/24** (2006.01)

(73) Majitel:

Špatenka Petr Prof. RNDr. CSc., České Budějovice, CZ  
Vozáb Jaroslav Ing., Týnec nad Labem, CZ

(72) Původce:

Špatenka Petr Prof. RNDr. CSc., České Budějovice, CZ  
Vozáb Jaroslav Ing., Týnec nad Labem, CZ

(74) Zástupce:

KUDRLIČKA a SEDLÁK, Ing. Jiří Sedlák, Husova 5, České Budějovice, 37001

(54) Název užitého vzoru:

**Aplikátor mikrovlnného generátoru plazmatu, a mikrovlnný generátor plazmatu zahrnující tento aplikátor**

**CZ 17940 U1**

## **Aplikátor mikrovlnného generátoru plazmatu, a mikrovlnný generátor plazmatu zahrnující tento aplikátor**

### Oblast techniky

5 Technické řešení se týká aplikátoru mikrovlnného generátoru plazmatu, sloužícího k přenosu elektromagnetického pole do plazmatu, a mikrovlnného generátoru plazmatu zahrnujícího řešení aplikátor.

### Dosavadní stav techniky

10 Je známa celá řada typů mikrovlnných generátorů plazmatu, které lze v zásadě charakterizovat jako uzavřené generátory, kde plazmová komora je obklopena kovovými stěnami, tvořící mikrovlnný rezonátor, nebo jako otevřené generátory, mezi které patří např. mikrovlnné zářiče, struktury s pomalými vlnami a surfatrony, popř. elektronové rezonanční generátory s magnetickými polem, označované často zkratkou ECR (electron cyclotron resonance).

15 Známý mikrovlnný generátor plazmatu sestává v podstatě z mikrovlnného zdroje (magnetronu), z vlnovodu, z cirkulátoru, a z aplikátoru, který zajišťuje přenos mikrovlnné energie do plazmové náplně (plazmového oblaku).

20 Jako aplikátor se u dosavadních mikrovlnných generátorů plazmatu užívá nejčastěji trychtýřová (Horn) anténa, což je vlastně skříň se vstupem na jedné straně a se zvětšujícím se čtyřúhelníkovým průřezem směrem k výstupu opatřenému přepážkou z dielektrika na druhé straně. Aplikátor šíří lineárně polarizované vlny. Je napojen na vlnovod, ve kterém je připojen také cirkulátor, potřebný k odvodu odražených vln.

25 Jedním z obecných problémů při přenosu elektromagnetického pole do plazmatu je to, že určitá část dodávaného výkonu, se odráží zpět. Generované plazma má určitou elektrickou vodivost, a proto neabsorbuje všechny vlny, a část vlnění se odráží zpět. Tento problém je obzvláště výrazný u mikrovlnných generátorů, protože odražené vlnění se šíří vlnovodem zpět ke zdroji (magnetronu). Při dlouhodobém zatížení magnetronu odraženým vlněním může dojít k jeho zničení. Aby k tomu nedošlo, musí se odražené vlnění odvádět mimo magnetron. Z tohoto důvodu se zařazuje mezi magnetron a aplikátor do dráhy vlnovodu navíc ještě cirkulátor, který zajišťuje odvod odraženého vlnění a jeho přeměnu v teplo. Cirkulátor je zařízení sice účinné, ale také poměrně komplikované a především drahé, které značně zvyšuje rozměry, složitost a cenu dosud známých mikrovlnných generátorů plazmatu. Navíc pro naladění aplikátoru musí být mikrovlnné vedení zakončeno posuvným zkratem (pohyblivý píst), který slouží k vyladění vedení za účelem maximální účinnosti aplikátoru.

35 Úkolem technického řešení je vytvoření takového mikrovlnného generátoru plazmatu, který by odstraňoval výše uvedené nedostatky a umožňoval účinnou eliminaci části odraženého vlnění bez nutnosti použití výše popsaných složitých, drahých a rozměrných prvků.

### Podstata technického řešení

Tento úkol je vyřešen vytvořením aplikátoru a mikrovlnného generátoru plazmatu, zahrnujícího řečený aplikátor, podle tohoto technického řešení.

40 Podstata technického řešení spočívá v tom, že je možné odražené vlny interferenčně vyrušit jinými odraženými vlnami stejné vlnové délky, ale s patřičným fázovým posuvem. Toto je dosaženo vytvořením aplikátoru s vodící částí uzavřeného profilu a se dvěma výstupy na protilehlých koncích. Na rozhraních obou výstupů a plazmového pole vznikají odražené vlny, a odrážejí se zpět proti sobě do vodící části, kde se setkávají a interferují. Účinné eliminace působení odražených vln na zdroj mikrovlnného vlnění (magnetron) je dosaženo překvapivě tak, že magnetron se 45 umístí přímo na vstup aplikátoru, který je umístěn ve stěně jeho vodící části, a to ve vzdálenosti A od rozhraní prvního výstupu a ve vzdálenosti B od rozhraní druhého výstupu, přičemž absolutní hodnota rozdílu vzdáleností A-B nebo B-A je rovna  $\lambda/2$ , kde  $\lambda$  je vlnová délka mikrovlnného

vlnění z mikrovlnného zdroje (magnetronu). Vzdálenosti A a B přitom odpovídají trajektorii šíření mikrovlnného vlnění.

Pak se odražené vlny z protilehlých výstupů setkávají ve vodící části v místě vstupu zdroje mikrovlnného záření (magnetronu) přesně s opačnou polaritou, a jejich účinek se ruší, takže samotný magnetron není zatěžován žádným odraženým vlněním.

V jednom výhodném provedení aplikátoru je vodící část upevněná z jedné strany ke kovové vakuové přírubě, která je opatřena otvory uspořádanými na přivrácené straně proti výstupům vodící části. Na odvrácené straně jsou tyto otvory překryty krytem z dielektrika.

Rovněž je výhodné, když vodící část má tvar dutého tělesa, dosedajícího na přírubu a překrývajícího otvory svými výstupy.

Toto řešení se vyznačuje velmi malými vnějšími rozměry a značnou variabilitou - lze jej namontovat do jakéhokoli zařízení, které má otvor odpovídající kruhové přírubě.

V jiném výhodném provedení aplikátoru podle technického řešení má vodící část v půdorysu přibližně tvar písmene „U“, jehož ramena jsou na koncích opatřena výstupy, a vstup je uspořádán v jednom z ramen. Toto řešení je charakterizováno delší drahou, větší přesností a stabilitou.

Předmětem technického řešení je rovněž mikrovlnný generátor plazmatu, zahrnující mikrovlnný zdroj (magnetron) a aplikátor, kde mikrovlnný zdroj je připojen na vstup vodící části aplikátoru, která je na jednom svém konci opatřena prvním výstupem, na druhém svém konci druhým výstupem, a vstup je uspořádán ve stěně vodící části ve vzdálenosti A od rozhraní prvního výstupu a ve vzdálenosti B od rozhraní druhého výstupu, přičemž absolutní hodnota rozdílu vzdáleností A-B nebo B-A je rovna  $\lambda/2$ , kde  $\lambda$  je vlnová délka mikrovlnného vlnění mikrovlnného zdroje.

Výhoda výše popsaného aplikátoru a mikrovlnného generátoru plazmatu zahrnujícího tento aplikátor spočívá především v tom, že je možné vynechat při konstrukci zařízení drahý a rozměrný cirkulátor včetně vlnovodu event. laditelného zkratu mikrovlnného vedení, a vytvořit tak mikrovlnný generátor jednoduchý, kompaktní, snadno přemístitelný s malými vnějšími rozměry a s nízkými výrobními náklady.

#### Přehled obrázků na výkresech

Technické řešení bude blíže objasněno s pomocí výkresů, na nichž znázorňují obr. 1 schematický řez otevřeným mikrovlnným generátorem plazmatu včetně aplikátoru s vodící částí ve tvaru dutého tělesa, obr. 2 schematický řez otevřeným mikrovlnným generátorem plazmatu včetně aplikátoru s vodící částí mající v řezu přibližně tvar písmene „U“.

#### Příklady provedení technického řešení

Rozumí se, že dále popsané a zobrazené konkrétní příklady uskutečnění technického řešení jsou představovány pro ilustraci, nikoli jako omezení příkladů provedení technického řešení na uvedené případy. Odborníci znalí stavu techniky najdou nebo budou schopni zjistit za použití rutinního experimentování větší či menší počet ekvivalentů ke specifickým uskutečněním technického řešení, která jsou zde speciálně popsána. I tyto ekvivalenty budou zahrnuty v rozsahu následujících nároků na ochranu.

V jednom konkrétním příkladu provedení technického řešení, schematicky znázorněném na obr. 1, je znázorněn otevřený mikrovlnný generátor plazmatu, napájený z nezobrazeného zdroje pulsního napětí 3 kV, a určený pro plazmovou modifikaci práškových materiálů na bázi polyetylenů.

Mikrovlnný zdroj (magnetron) 5 je magnetron Panasonic o výkonu 1 kW, s pulsním řízením výkonu, a je zasazen do stěny vodící části 3 aplikátoru 1, která je vytvořena z mosazného plechu. Vodící část 3 má tvar dutého tělesa s prvním výstupem 4 a s druhým výstupem 4'. Těmito výstupy 4, 4' dosedá vodící část 3 na otvory 11, 11' v kruhové vakuové hliníkové přírubě 8, a je k ní přišroubována. Na odvrácené straně příruby 8 jsou otvory 11, 11' překryty kryty 6 z dielektrika,

- např. z korundu nebo z křemenného skla. Strany krytů 6, odvrácené od výstupů 4, 4' tvoří rozhraní 10, 10', na kterých se odráží mikrovlnné vlnění, a za kterými je u každého výstupu 4, 4' vytvářen plazmový oblak 9. Celý aplikátor 1 lze pomocí příruby 8 vyrobené v rozměrové řadě ISO namontovat na libovolný nezobrazený recipient, kterým je zpravidla komora z nerezového plechu. Podstatné je, aby vstup 2 mikrovlnného vlnění z mikrovlnného zdroje 5 byl uspořádán ve vodící části 3 např. v její stěně ve vzdálenosti A od rozhraní 10 prvního výstupu 4 a ve vzdálenosti B od rozhraní 10' druhého výstupu 4', přičemž musí platit, že absolutní hodnota rozdílu vzdáleností A-B nebo B-A je rovna  $\lambda/2$ , tedy polovině vlnové délky mikrovlnného vlnění zdroje 5, a vzdálenosti A a B odpovídají trajektorii šíření mikrovlnného vlnění.
- Na obr. 2 je dále schematicky znázorněn stejný otevřený mikrovlnný generátor plazmatu, ovšem s malou modifikací v tom, že vodící část 3 má v řezu přibližně tvar písmene „U“, jehož ramena 7, 7' jsou na koncích opatřena výstupy 4, 4', a vstup 2 je uspořádán v jednom z ramen 7, 7'.

#### Průmyslová využitelnost

- Aplikátor mikrovlnného generátoru plazmatu a mikrovlnný generátor plazmatu zahrnující tento aplikátor, podle tohoto technického řešení, lze využít v mnoha oblastech lidské činnosti, ve kterých se pracuje s plazmatem, a je potřeba mít k dispozici kompaktní generátor malých rozměrů s eliminací negativních účinků odrážené složky mikrovlnného vlnění.

### NÁROKY NA OCHRANU

1. Aplikátor (1) mikrovlnného generátoru plazmatu, zahrnující vstup (2) mikrovlnného vlnění od mikrovlnného zdroje (5), vodící část (3) uzavřeného průřezu, a alespoň jeden výstup (4, 4') mikrovlnného vlnění, překrytý krytem (6) z dielektrika jehož strana odvrácená od výstupu (4, 4') tvoří rozhraní (10, 10') mezi aplikátorem (1) a plazmovým oblakem (9), **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že vodící část (3) je na jednom svém konci opatřena prvním výstupem (4), na druhém svém konci druhým výstupem (4'), a vstup (2) je uspořádán ve vodící části (3) ve vzdálenosti (A) od rozhraní (10) prvního výstupu (4) a ve vzdálenosti (B) od rozhraní (10') druhého výstupu (4'), přičemž absolutní hodnota rozdílu vzdáleností A-B nebo B-A je rovna  $\lambda/2$ , kde  $\lambda$  je vlnová délka mikrovlnného vlnění, a vzdálenosti A a B odpovídají trajektorii šíření mikrovlnného vlnění.
2. Aplikátor podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že vodící část (3) je upevněna ke kovové vakuové přírubě (8), která je opatřena otvory (11, 11') uspořádanými na přivrácené straně proti výstupům (4, 4') vodící části (3) a překrytými na odvrácené straně alespoň jedním krytem (6) z dielektrika.
3. Aplikátor podle nároku 2, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že vodící část (3) má tvar dutého tělesa, které dosedá na přírubu (8) a překrývá otvory (11, 11') svými výstupy (4, 4'), a vstup (2) je uspořádán ve stěně vodící části (3).
4. Aplikátor podle nároku 1 nebo 2 nebo 3, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že vodící část (3) má v řezu přibližně tvar písmene „U“, jehož ramena (7, 7') jsou na koncích opatřena výstupy (4, 4'), a vstup (2) je uspořádán v jednom z ramen (7, 7').
5. Mikrovlnný generátor plazmatu, zahrnující mikrovlnný zdroj (magnetron) (5) a aplikátor (1), **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že mikrovlnný zdroj (5) je připojen na vstup (2) vodící části (3) aplikátoru (1), která je na jednom svém konci opatřena prvním výstupem (4), na druhém svém konci druhým výstupem (4'), přičemž oba výstupy (4, 4') jsou překryty kryty (6) z dielektrika, jejichž odvrácené strany od výstupů (4, 4') tvoří rozhraní (10, 10') mezi aplikátorem (1) a plazmovými oblaky (9), a vstup (2) je uspořádán ve vodící části (3) ve vzdálenosti (A) od rozhraní (10) prvního výstupu (4) a ve vzdálenosti (B) od rozhraní (10') druhého výstupu (4'), přičemž absolutní rozdíl vzdáleností A-B nebo B-A je roven  $\lambda/2$ , kde  $\lambda$  je vlnová délka mikrovlnného

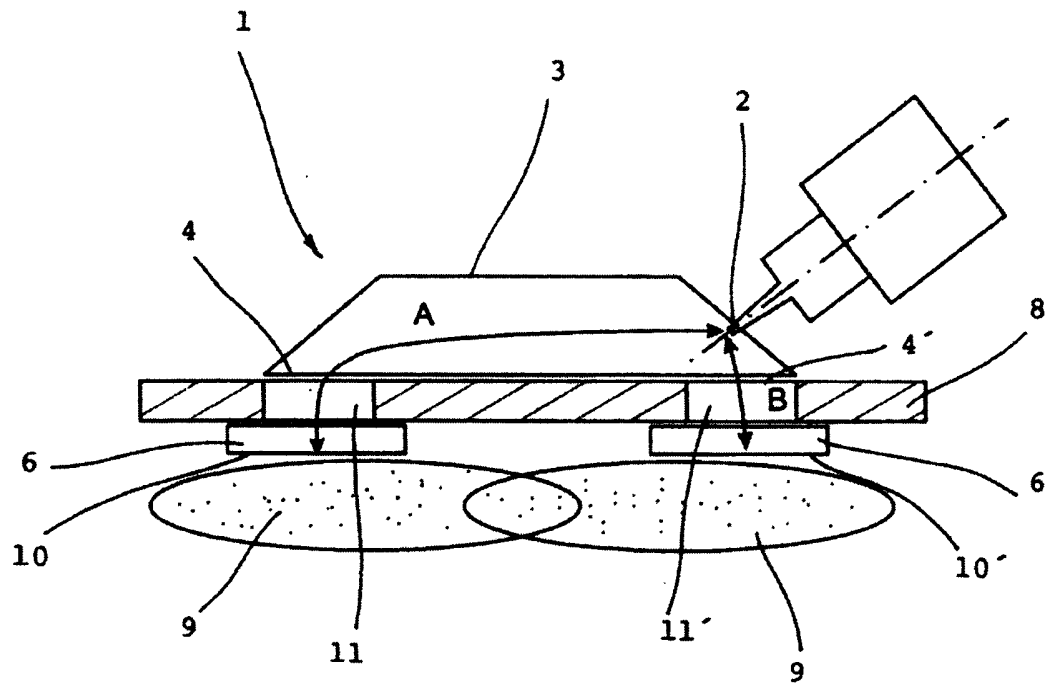
vlnění mikrovlnného zdroje (5), a vzdálenosti A a B odpovídají trajektorii šíření mikrovlnného vlnění.

## 2 výkresy

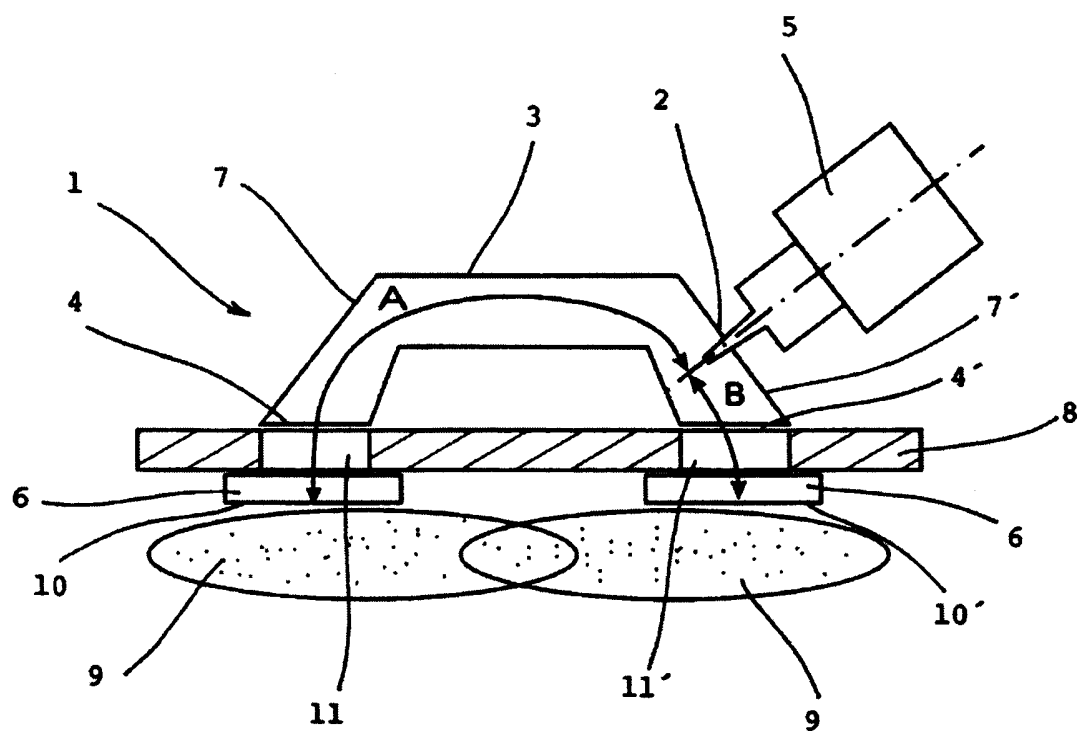
5

### Přehled vztahových značek:

- |    |                                                                                   |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    | 1 - aplikátor                                                                     |
|    | 2 - vstup mikrovlnného vlnění                                                     |
|    | 3 - vodící část                                                                   |
| 10 | 4 - první výstup                                                                  |
|    | 4' - druhý výstup                                                                 |
|    | 5 - mikrovlnný zdroj (magnetron)                                                  |
|    | 6 - kryt                                                                          |
|    | 7 - první rameno                                                                  |
| 15 | 7' - druhé rameno                                                                 |
|    | 8 - kovová vakuová příruba                                                        |
|    | 9 - plazmový oblak                                                                |
|    | 10 - rozhraní prvního výstupu                                                     |
|    | 10' - rozhraní druhého výstupu                                                    |
| 20 | 11 - první otvor příruby                                                          |
|    | 11' - druhý otvor příruby                                                         |
|    | A - vzdálenost vstupu <u>2</u> od rozhraní <u>10</u> prvního výstupu <u>4</u>     |
|    | B - vzdálenost vstupu <u>2</u> od rozhraní <u>10'</u> druhého výstupu <u>4'</u> . |



**OBR. 1**



**OBR.2**

Konec dokumentu