

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLUVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **06.10.2009**
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **30.06.2010**
(Věstník č. 26/2010)

(21) Číslo dokumentu:

2009-654

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:
C01B 13/11 (2006.01)

(71) Přihlašovatel:

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta
elektrotechnická, Praha 6, CZ

(72) Původce:

Bálek Rudolf Doc. Ing. CSc., Praha 10, CZ
Pekárek Stanislav Prof. Ing. CSc., Praha 4, CZ
Červenka Milan Ing. Ph.D., Praha 4 - Chodov, CZ

(74) Zástupce:

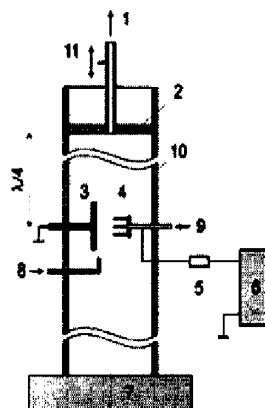
Ing. Hana Dušková, Na Kočově 180, Chotutice, 28103

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Zařízení pro stabilizaci výbojů ve
víceelektrodových systémech**

(57) Anotace:

Zařízení je tvořeno komorou (10), vodivou uzemněnou rovinou elektrodou (3) spojenou s jedním potenciálem a soustavou elektrod (4) spojených s opačným potenciálem. Do komory (10) je z jedné strany zařízen zdroj (7) akustických vln a z druhé strany posuvný reflektor (2), který má ve svém středu otvor (1) pro odvod zpracovávaného plynu. Posuvný reflektor (2) je spojen s posuvným mechanismem (11) pro nastavení jeho polohy v komoře (10). Střed uzemněné vodivé rovinné elektrody (3) je umístěn v komoře (10) ve vzdálenosti ($\lambda/4$) od posuvného reflektoru (2) tj. v uzlu akustického tlaku. Soustava elektrod je tvořena vícejehlovou elektrodou (4), která je situována symetricky proti středu vodivé rovinné elektrody (3) a která sestává z řady jehel umístěných v rovině, která prochází osou komory (10). Všechny tyto jehly jsou elektricky vodivě spojeny přes společný odpor (5) s vysokonapětovým zdrojem (6).



Zařízení pro stabilizaci výbojů ve víceelektrodových systémech

Oblast techniky

Předkládané řešení se týká zařízení pro stabilizaci a ovlivňování vlastností víceelektrodových elektrických výbojů za atmosférického tlaku ve streamerovém režimu akustickým polem v rezonátoru. Výboje jsou určeny pro environmentální aplikace jako generace ozónu, rozklad oxidů dusíku, a dekompozice těkavých uhlovodíků.

Dosavadní stav techniky

Environmentální aplikace jako je generace ozónu, rozklad oxidů dusíku případně dekompozice těkavých uhlovodíků jsou založeny na využití chemických reakcí. Reakční rychlosti těchto reakcí závisí na teplotě, koncentraci a míšení reakčních komponent, přítomnosti katalyzátorů a tlaku. Kromě toho lze reakční rychlosti ovlivnit ionizací komponent do reakcí vstupujících. Ionizace těchto komponent lze nejjednodušeji dosáhnout elektrickými výboji do kterých se reagenty přivedou.

Pro praktické aplikace je vhodné výboj provozovat v co největších objemech při dosažení maximální dodané energie, čehož lze dosáhnout použitím víceelektrodových výbojů často ve streamerovém režimu. S tím souvisí otázka řešení termální stability výboje. K udržení vhodné teploty výboje a chlazení výbojových elektrod se často používá chlazení proudícím plynem. Chladící plyn však ředí plyn zpracováváný, čímž dochází k poklesu účinnosti uvedených procesů. Je známé řešení podle patentu CZ 295687, kde se výkonovým ultrazvukem buzeným pístovým měničem podstatně zvyšuje generace ozónu elektrickým výbojem, který hoří mezi jedinou jehlou/tryskou a kmitající rovinou ultrazvukového měniče, která je kolmá k ose rezonátoru a dochází k částečnému chlazení a k částečné teplotní stabilizaci výboje. Toto známé zařízení je tvořené výbojovou komorou, do které je z jedné strany zaústěna svým hrotem dutá jehla, jejíž druhý konec je uzpůsoben pro přívod stlačeného pracovního plynu, obvykle vzduchu, a je připojen k vysokonapětovému zdroji. Z druhé strany je proti duté jehle do výbojové komory

vyústěna uzemněná vodivá elektroda, tvořená vodivým nástavcem, který zasahuje do výbojové komory svou rovinnou čelní plochou, která vibruje s ultrazvukovou frekvencí a která je kolmá na osu duté jehly. Vodivý nástavec je elektricky uzemněn a je akusticky navázán na piezoelektrický měnič připojený na výstup výkonového elektrického generátoru s kmitočtem ležícím v oblasti ultrazvukového pásma. Dutá jehla je spojena se svorkou záporné polaritě vysokonapěťového zdroje a je uložena v reflektoru, jehož čelní plocha je rovinná a je umístěna ve výbojové komoře proti čelní ploše vodivého nástavce, se kterou je rovnoběžná a tvoří tak spolu s tímto vodivým nástavcem akustický rezonátor.

Pro zvětšení objemu výboje se nejčastěji používá víceelektrodové uspořádání např. soustava elektrod/jehel připojených k jedné polaritě napětí proti vodivé rovině spojené s polaritou opačnou. Nevýhodou je, že každý z výbojů musí mít svůj předřadný odpor abychom alespoň částečně vyloučili hoření výboje pouze z jedné elektrody, jak by tomu bylo, kdyby všechny jehly byly na stejném potenciálu. To značně komplikuje konstrukci zařízení zejména z hlediska elektrické izolace přívodů k jednotlivým elektrodám a z hlediska velkých rozměrů předřadných vysokonapěťových odporů.

Objem výboje z jedné jehly lze rozšířit vhodnou aplikací akustických vln. Je známo např. rozšíření výboje typu jehla – rovinná elektroda, při umístění jediné jehly před kmitající píst (CZ295687) nebo do roviny uzlu akustického tlaku v akustickém rezonátoru. Nejsou známa řešení víceelektrodových ekvipotenciálních uspořádání v akustických polích zaručujících stabilizaci výbojů ve všech elektrodách.

Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky odstraňuje zařízení pro stabilizaci výboje ve víceelektrodových systémech podle předkládaného uspořádání. Toto uspořádání je tvořeno komorou realizovanou elektricky nevodivou trubicí, zdrojem akustických vln, a pohyblivým reflektorem. Ve vzdálenosti jedné čtvrtiny vlnové délky akustického vinění ($\lambda/4$) od reflektoru, tedy v uzlu akustického tlaku, je umístěn systém elektrod pro vytvoření výbojů, sestávající z uzemněné rovinné vodivé elektrody, například

tvořené terčem o takovém průměru, aby se vzhledem k rozšíření výboje choval jako rovinná elektroda, a z řady jehlových elektrod od terče přibližně stejně vzdálených, které mohou být na kladném nebo na záporném potenciálu vůči elektrodě rovinné. Elektrody jsou uspořádány symetricky v řadě, v rovině kolmé k rovině uzlu akustického tlaku. Jehly jsou společně připojeny ke zdroji vysokého napětí přes jediný společný předřadný odpor. Zpracovávaný plyn je vhodné přivádět do výbojového prostoru a jímat otvorem v reflektoru.

Ve výhodném provedení je uzemněná rovinná vodivá elektroda tvořena terčem, který má průměr rovný alespoň jedné dvacetině vlnové délky stojatých akustických vln a pracovní plochu rovnoběžnou s osou výbojové komory. Rovněž tak je v tomto případě vhodné, jsou-li vzdálenosti průsečíků os jehel s rovinou terče od obvodu terče větší než 1,5 násobek vzdálenosti špiček jehel od roviny terče aby nedocházelo k ovlivnění výboje hranou terče.

Vstup zpracovávaného plynu je tvořen přívodem vyústěným do prostoru komory v oblasti pod uzemněnou rovinnou vodivou elektrodou a vícejehlovou elektrodou. Jinou variantou je, že jehly vícejehlové elektrody jsou duté a jsou vyústěny vně komory společným přívodem, který tvoří vstup zpracovávaného plynu.

Mechanismus stabilizace výboje spočívá v homogenizaci prostředí výbojového prostoru před každou z jehel vícejehlové elektrody akustickým polem. Podílí se na ní jak akustická výchylka, kterou jsou částice prostředí posouvány s periodou akustické vlny napříč rovině uzlu akustického tlaku, tak změny tlaku projevující se periodicky měnícím se zředěním a zhuštěním antisymetricky v obou poloprostorech položených vůči rovině uzlu, ve které se zachovává atmosférický tlak. K rozšíření výboje dochází v rovině jehel/elektrod. Ionizované prostředí ve kterém proběhne první výboj se dostane do výbojových prostorů ostatních elektrod, výboj se rozšiřuje a dochází ke stabilizaci všech výbojů.

Velmi výhodné je, že akustické vlnění tohoto uspořádání stabilizuje výboje, zároveň chladí výbojové elektrody a neředí zpracovávaný plyn.

Kombinací použití vhodně uspořádaných stojatých akustických vln a elektrického výboje lze takto dosáhnout synergetického jevu spojeného se stabilizací víceelektrodového výboje, který přináší nové perspektivy pro řadu výše uvedených praktických aplikací a řeší uvedené nedostatky.

Přehled obrázků na výkresech

Příklad uspořádání pro stabilizaci víceelektrodového výboje je schématicky naznačen na Obr. 1. Obr. 2 zobrazuje příklad stabilizovaného a rozšířeného výboje ze třech jehlových elektrod.

Příklady provedení vynálezu

Uspořádání na Obr.1 je tvořeno výbojovou komorou 10 realizovanou elektricky nevodivou trubicí, do které je z jedné strany zaústěn zdroj 7 akustických vln, zde reproduktor, a z druhé strany posuvný reflektor 2, který má ve svém středu otvor 1 pro odvod zpracovávaného plynu. Polohu posuvného reflektoru 2 lze libovolně nastavit pomocí posuvného mechanismu 11 po celé délce komory 10. Ve vzdálenosti $\lambda/4$ od posuvného reflektoru 2, tj v uzlu akustického tlaku, je umístěn střed rovinné vodivé elektrody 3 spojené se zemním potenciálem. Druhá elektroda je vícejehlová elektroda 4 a je situována symetricky naproti středu uzemněné rovinné vodivé elektrody 3, například terčové a je tvořena řadou jehel, umístěných v rovině, která prochází osou komory 10 a která je zároveň kolmá k čelní ploše rovinné vodivé elektrody 3. Jehly jsou společně elektricky vodivé připojeny přes odpor 5 s vysokonapěťovým zdrojem 6. Vstup zpracovávaného plynu je tvořen přívodem 8, který je do prostoru komory 10 vyústěn pod rovinnou vodivou elektrodou 3 a vícejehlovou elektrodou 4.

Podstata činnosti uvedeného uspořádání spočívá v tom, že elektrický výboj, vzniklý důsledkem vysokého napětí přivedeného přes společný odpor 5 ze svorky vysokonapěťového zdroje 6 k soustavě jehel vícejehlové elektrody 4 a hořící mezi jejich hroty a uzemněnou rovinnou vodivou elektrodou 3, je akustickou vlnou termálně chlazen a prostředí v němž hoří je homogenizováno unášením

ionizovaných částic prostředí akustickou vlnou s rychlostí, která má ve směru kolmém k rovině uzlu akustického tlaku největší velikost a v každé půlperiodě mění svůj směr ve směr opačný. Zároveň gradient akustického tlaku ve směru kolmém k rovině uzlu periodicky mění svou velikost a směr. Dráha výboje je tak na základě Meeksova kritéria posouvána do oblastí s nižším výsledným tlakem. Dochází tak k synergii účinků dvou fyzikálních veličin na výboj – akustické rychlosti a akustického tlaku. Zpracováváný plyn je do prostoru výboje vpouštěn pomocí přívodu 8. Při malých průtocích je z hlediska zvýšení účinnosti působení výboje na zpracováváný plyn výhodné realizovat hrotové elektrody vícejehlové elektrody 4 pomocí dutých jehel a zpracováváný plyn do zařízení pro stabilizaci výbojů přivádět těmito jehlami pomocí společného přívodu 9. Z toho tedy plyne, že zařízení může mít pro vstup plynu jak přívod 8, tak i společný přívod 9, avšak vždy se použije podle situace jen jeden z nich. Stojaté akustické pole je v prostoru výbojové komory 10 vytvořeno akustickým zdrojem 7, například reproduktorem, a je vyladěno posuvným reflektorem 2, čímž se z komory 10 stane rezonátor násobící velikosti akustických rychlostí a tlaků.

Na Obr.2 je demonstrován tvar a struktura stabilizovaného výboje v navrhovaném uspořádání. Je vidět výboj hořící symetricky ze všech tří hrotů elektrody. Bez předkládané stabilizace stojatým akustickým vlněním se výboj osamoceně uzavírá pouze z jednoho hrotu, tedy z toho, který má vůči společné elektrodě nejvyšší gradient elektrického pole a brzy přechází do jiskry.

Za účelem studia ovlivňování výboje v rezonátoru spočívajícím v interakci výboje s oscilacemi akustických výchylek a tlaku v ionizační oblasti výboje bylo vytvořeno experimentální zařízení, odpovídající schématu na Obr. 1. V tomto uspořádání byla vzdálenost mezi ocelovými jehlami elektrody 4 o vnějším průměru 1,2 mm a vnitřním průměru 0,8 mm a rovinnou vodivou elektrodou 3 o průměru 35 mm 10 mm a vzdálenost sousedních jehel 4 mm. Akustické pole bylo buzeno reproduktorem BMS 4591 z generátoru Agilent 33250A jehož, výkon byl znásoben pomocí zesilovače Mackie M 1400. V uzlu akustického tlaku dosahovaly akustické rychlosti amplitud kolem 10 m/s při pracovní frekvenci 520 kHz.

Průmyslová využitelnost

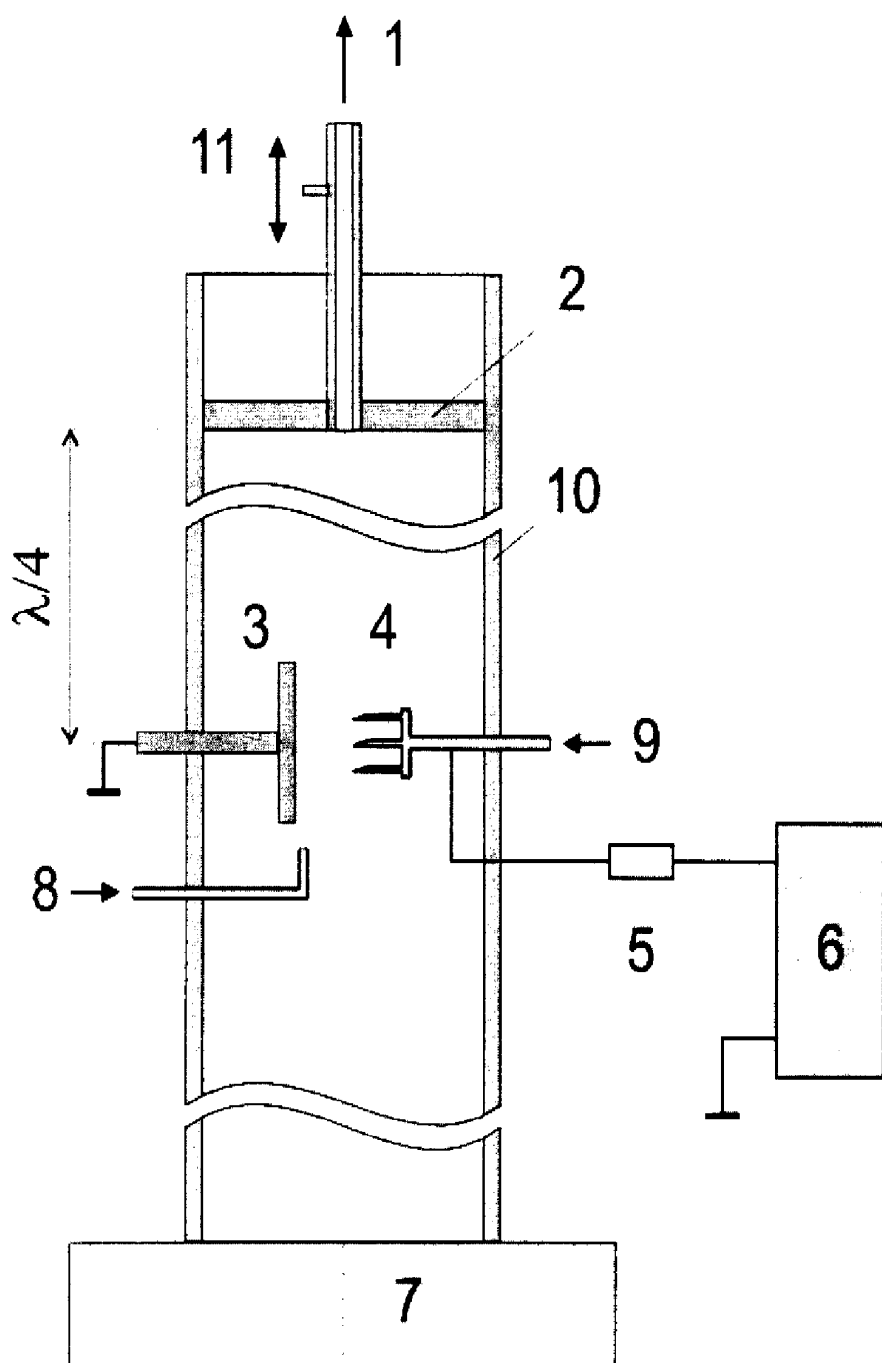
Působením stojatých akustických vln generovaných v rezonátoru na prostředí ionizované vícekanálovým výbojem vytvořeným ve víceelektrodovém systému lze dosáhnout synergetického jevu, který přináší nové perspektivy pro uplatnění v environmentálních aplikacích jako je například výroba ozónu, rozklad oxidů dusíku a rozklad těkavých organických uhlovodíků.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Zařízení pro stabilizaci výbojů ve víceelektrodových systémech jehož součástí je komora (10), do které je vyústěna vodivá uzemněná rovinná elektroda (3) spojená s jedním potenciálem a soustava elektrod (4) spojených s opačným potenciálem, kde do komory (10) je z jedné strany zaústěn zdroj (7) akustických vln a z druhé strany posuvný reflektor (2), přičemž toto zařízení je opatřeno vstupem a výstupem zpracovávaného plynu, **vyznačující se tím, že** posuvný reflektor (2) má ve svém středu otvor (1) pro odvod zpracovávaného plynu a je spojen s posuvným mechanismem (11) pro nastavení jeho polohy v komoře (10), kde střed uzemněné vodivé rovinné elektrody (3) je ve vzdálenosti $\lambda/4$ od posuvného reflektoru (2), tj. v uzlu akustického tlaku, a soustava elektrod je tvořena vícejehlovou elektrodou (4), která je situována symetricky naproti středu vodivé rovinné elektrody (3) a která sestává z řady jehel umístěných v rovině, která prochází osou komory (10) a všechny tyto jehly jsou elektricky vodivě spojeny přes společný odpor (5) s vysokonapěťovým zdrojem (6).
2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** uzemněná vodivá rovinná elektroda (3) je tvořena terčem, který má průměr rovný alespoň jedné dvacetině vlnové délky stojatých akustických vln.
3. Zařízení podle nároku 2, **vyznačující se tím, že** vzdálenosti průsečíků os jehel s rovinou terče od obvodu terče jsou větší než 1,5 násobek vzdálenosti špiček jehel od roviny terče.
4. Zařízení podle nároku 1 a kteréhokoli z nároků 2 nebo 3, **vyznačující se tím, že** vstup zpracovávaného plynu je tvořen přívodem (8) vyústěným do prostoru komory (10) v oblasti pod uzemněnou vodivou rovinnou elektrodou (3) a vícejehlovou elektrodou (4).
5. Zařízení podle nároku 1 kteréhokoli z nároků 2 nebo 3, **vyznačující se tím, že** jehly vícejehlové elektrody (4) jsou duté a jsou vyústěny vně komory (10) společným přívodem (9), který tvoří vstup zpracovávaného plynu.

1/2

2009-654



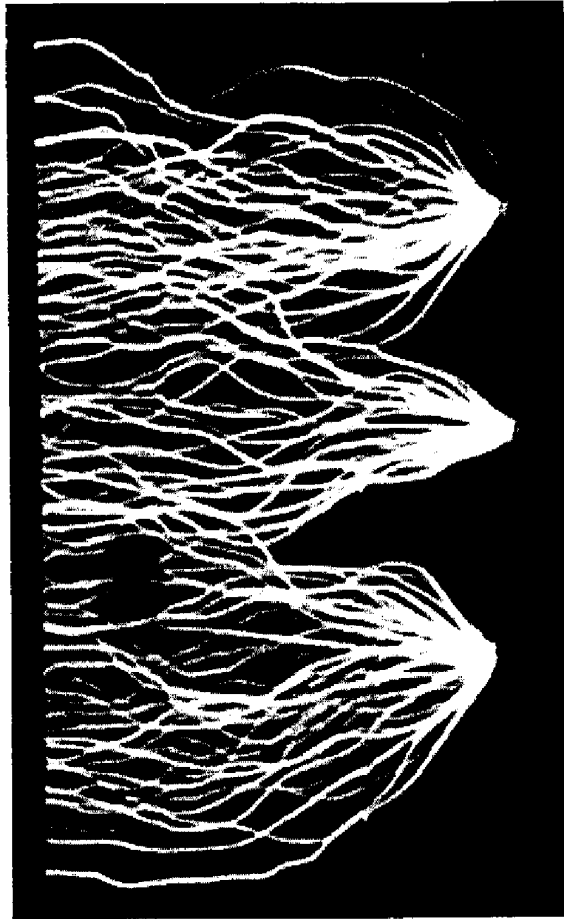
OBR.1

100

2/2

1000

2009-65F



OBR.2