

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

304 823

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

A61B 17/225 (2006.01)

G10K 15/06 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSL OVÉHO
VLASTNICTVÍ

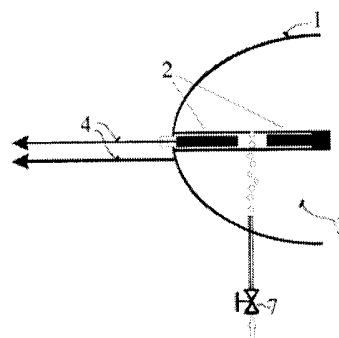
(21) Číslo přihlášky: **2013-442**
(22) Přihlášeno: **11.06.2013**
(40) Zveřejněno: **19.11.2014**
(Věstník č. 47/2014)
(47) Uděleno: **08.10.2014**
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **19.11.2014**
(Věstník č. 47/2014)

(56) Relevantní dokumenty:
Mathieu Bachmann, Siegfried Müller, et al.: Numerical Simulation of Shock Wave Bubble Interaction using laser-induced Cavitation Bubbles, Institut für Geometrie und Praktische Mathematik, RWTH Aachen University, Göttingen University, 13.02.2012; Robin O. Cleveland, James A. McAteer: The Physics of Shock Wave Lithotripsy, Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy, 31.08.2007; Sokolov DL, Bailey MR, Crum LA. Use of a dual-pulse lithotripter to generate a localized and intensified cavitation field. J Acoust Soc Am 2001;110(3 Pt 1):1685–95..
US 2005038361 A; WO 9401859 A.

(73) Majitel patentu:
Ústav fyziky plazmatu Akademie věd České republiky, v. v. i., Praha 8, CZ

(72) Původce:
Ing. Vitaliy Stelmashuk, Ph.D., Praha 9, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Václav Herman, Hlavní 43, 252 43 Průhonice



(54) Název vynálezu:
Generátor rázových vln

(57) Anotace:
Řešení se týká generátoru rázových vln, který má eliptický reflektor (1) naplněný kapalinou (3), zejména vodou, v němž jsou koaxiálně proti sobě uspořádané dvě elektrody (2) tak, že se první ohnisko (F_1) reflektoru (1) nachází mezi nimi, a které jsou elektricky připojené ke generátoru vysokonapěťových pulzů. Vzájemně přivrácené čelní povrchy elektrod (2) jsou ploché. Do prostoru mezi nimi je nasměrované generační zařízení plynových bublin, které spolu s kapalinou (3) vyplňují za provozu mezelektrodový prostor. Tyto konstrukční znaky dávají kromě jiného generátoru dlouhou životnost a možnost užívání vyšších vysokonapěťových pulzů.

CZ 304823 B6

Generátor rázových vln

Oblast techniky

5

Předložený vynález se týká generátoru rázových vln, který má eliptický reflektor naplněný kapalinou, zejména vodou, v němž jsou umístěné dvě elektrody koaxiálně proti sobě tak, že se první ohnisko reflektoru nachází mezi nimi, přičemž tyto elektrody, jejichž vzájemně přivrácené čelní povrchy jsou ploché, jsou elektricky připojené ke generátoru vysokonapětových pulzů, a který je určen zejména pro použití jako litotryptr.

10

Dosavadní stav techniky

Klasický litotryptr představuje systém, který se skládá z eliptického reflektoru a dvou kuželovitě zakončených elektrod přivrácených k sobě svými hroty a uspořádanými tak, že se první ohnisko reflektoru nachází mezi nimi. Tento systém je uzavřený krytem a naplněný tekutinou, zejména vodou. Princip generace rázových vln spočívá v tom, že vlivem vysokonapětového elektrického pulzu přivedeného vodiči na elektrody dochází k elektrickému průrazu prostředí mezi elektrodami a vytvoření jiskry. Vznik jiskry je následován generací silné rázové vlny.

20

Existuje zde však zásadní nevýhoda, která podstatně zdražuje a kapacitně omezuje provoz litotryptu. K vygenerování jiskry je nutná vysoká intenzita elektrického pole v blízkosti elektrod, která je závislá na jejich zahrocení. Během používání litotryptu však dochází k destrukci elektrod, což se projevuje ztrátou jejich ostrého tvaru. Důsledkem je, že použitá elektroda generuje buď slabší rázovou vlnu, nebo mezi elektrodami nedojde k elektrickému průrazu a rázová vlna se negeneruje.

25

Předložený vynález si tak klade za cíl navrhnout takové řešení generátoru rázových vln, které by výše zmíněný nedostatek stavu techniky zcela odstranilo.

30

Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky odstraňuje a vytčený cíl řeší generátor rázových vln, který má eliptický reflektor naplněný kapalinou, zejména vodou, v němž jsou umístěné dvě elektrody tak, že se první ohnisko reflektoru nachází mezi nimi, a které jsou vodiči připojené ke generátoru vysokonapětových pulzů, přičemž jejich vzájemně přivrácené čelní povrchy jsou ploché, podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že do prostoru mezi nimi je nasměrované generační zařízení plynových bublin, které spolu s kapalinou vyplňují za provozu mezielektrodový prostor.

40

Provedené pokusy prokázaly, že u kruhových plochých elektrod z tvrdokovu o průměru 2,5 cm k žádné změně povrchu jako u elektrod kuželových nedochází. Přitom elektrická energie deponovaná do výbojů může být o řád vyšší než energie elektrického pulzu používaná ve stávajících litotroptech.

45

Podle vynálezu je výhodné, je-li generační zařízení plynových bublin tvořené ventilem ovládaným přívodem pro kontrolované vpouštění stlačeného plynu vybraného ze skupiny sestávajícího ze vzduchu, inertního plynu, dusíku nebo jiného plynu vhodného pro výboj do prostoru mezi elektrodami.

50

Další výhodné řešení spočívá podle vynálezu v tom, že generační zařízení plynových bublin je tvořené piezoelektrickým generátorem ultrazvukových vln.

Podle vynálezu může být také generační zařízení plynových bublin s výhodou tvořené vhodně směřovaným jiskrovým generátorem slabší rázové vlny vyvolané slabším elektrickým výbojem vzdáleným od elektrod.

- 5 U obou těchto řešení začínou zárodky vzduchových bublin, které jsou ve vodě přítomné, účinkem podtlakové fáze rázové vlny nebo ultrazvukového vlnění růst, což dovolí elektrický průraz prostředí mezi elektrodami a následné vytvoření jiskry.

10 Další možné výhodné řešení spočívá podle vynálezu v tom, že je generační zařízení plynových bublin tvořené pomocným generátorem laserového paprsku uspořádaným vně reflektoru a nasměrovaným přes expander za účelem rozšíření paprsku a následně na čočku zabudovanou do stěny reflektoru, jejíž ohnisko je sloučené s prvním ohniskem eliptického reflektoru.

15 I v případě tohoto řešení vzniká v mezielektrodevém prostoru v důsledku rychlého ohřátí vody laserem kavitační bublina, která dovolí elektrický průraz a vznik jiskry.

Popsaná řešení podle vynálezu dávají navíc možnost zvýšit energii elektrického výboje a tedy i posílení amplitudy rázové vlny a jejího účinku, což u klasického litotriptoru není vlivem rychlé destrukce elektrod možné.

20

Objasnění výkresů

25 Vynález bude dále podrobněji objasněn za pomoci popisu příkladů konkrétních provedení znázorněných na připojených vyobrazeních, na kterých představuje:

- obr. 1 – schéma generátoru rázových vln podle známého stavu techniky,
- 30 obr. 2 – schematicky generátor rázových vln podle vynálezu s válcovými elektrodami s plochým čelem a jiskrovým zdrojem slabších rázových vln pro generování kavitačních bublin v mezielektrodevém prostoru,
- obr. 3 – schéma generátoru podle vynálezu s piezoelektrickým generátorem ultrazvukových vln,
- 35 obr. 4 – schéma generátoru rázových vln podle vynálezu vybaveného přívodem pro kontrolované vpouštění stlačeného plynu do mezielektrodevého prostoru a
- obr. 5 – schéma generátoru rázových vln podle vynálezu s usměrněným laserovým paprskem.

40

Příklady uskutečnění vynálezu

45 Jak je dobře patrné z obrázku 1 i dalších, tvoří základ generátoru rázových vln vždy eliptický reflektor 1 a dvojice elektrod 2 uspořádaných koaxiálně proti sobě. Elektrody 2 mají u znázorněného dosavadního provedení válcový tvar, přičemž jejich vzájemně přivrácené čelní plochy jsou kuželové. Elektrody 2 jsou umístěny tak, že se první ohnisko F₁ reflektoru 1 nachází mezi nimi. Reflektor 1 je obvykle uzavřený elasticou membránou, která není na obrázcích znázorněna, je naplněný kapalinou 3, obvykle vodou a jeho druhé ohnisko F₂ leží v ose reflektoru vně kapalinné náplně. Elektrody 2 jsou připojeny vodiči 4 ke zdroji vysokonapěťových elektrických pulzů.

50 Přivedení takového vysokonapěťového elektrického pulzu na elektrody 2 má za následek průraz prostředí mezi elektrodami 2 a vytvoření jiskry, které je následované generací silné rázové vlny. K vygenerování jiskry je nutná vysoká intenzita elektrického pole v blízkosti elektrod 2, která je závislá na jejich ostroti. Ta se ovšem během použití mění a destrukce elektrod 2 pak vede k negativním jevům, které jsou uvedené v popsaném stavu techniky.

55

Na obrázku 2 je znázorněné jedno z možných provedení generátoru rázových vln podle vynálezu. I ten má eliptický reflektor 1, v němž jsou umístěné elektrody 2 uspořádané koaxiálně stejně, jak bylo popsáno vpředu. V tomto případě však mají elektrody 2 plochá, vzájemně přivrácená čela a do prostoru mezi nimi je pro generaci bublin v kapalině 3 nasměrován pomocný jiskrový generátor 5 umístěný na plášti reflektoru 1. Ten je připojený ke slabšímu zdroji vysokonapětových pulzů a jiskra vznikající mezi jeho elektrodami vytváří rázovou vlnu, která generuje v prostoru mezi elektrodami 2 kavitační bubliny, jejichž přítomnost v mezielektrodového prostoru dovolí průraz a vznik jiskry i mezi elektrodami 2 s plochými čely, mezi nimiž je slabší elektrické pole než mezi elektrodami zahrocenými.

Další možné konkrétní řešení pro realizaci principu podle vynálezu, to znamená vytvoření nebo zavedení bublin do mezielektrodového prostoru, je znázorněné na obrázku 3. V tomto případě je místo jiskrového generátoru 5 využit pro generování bublin piezoelektrický generátor 6 vyvolávající ultrazvukové vlnění. Zárodky vzduchových bublin, které jsou ve vodě přítomné, začínají následkem účinku podtlakové fáze rázové vlny nebo ultrazvukového vlnění růst, takže v určitém okamžiku dojde v kapalině 3 nasycené bublinami k elektrickému průrazu a v další fázi k vytvoření jiskry.

Další možné praktické řešení představuje kontrolované vpouštění stlačeného plynu do vody resp. kapaliny 3 v reflektoru 1, jak je schematicky znázorněno na obr. 4. V tomto případě ústí do reflektoru 1 polohově stavitelný přívod 7 tlakového plynu. Ten je vybavený regulačním ventilem, jímž se nastavuje takové množství bublin zaváděných do mezielektrodového prostoru, které je třeba k elektrickému průrazu, anebo se omezená množství bublin vpouští do vody 3 v pulzním režimu.

Další možné provedení generátoru rázových vln se systémem plošných elektrod 2 podle vynálezu představuje obrázek 5. Eliptický reflektor 1 s elektrodami 2 je vybavený laserem, jehož paprsek předběžně rozšířený v expanderu 9 je směřovaný čočkou 8 zabudovanou ve stěně reflektoru 1 do mezielektrodového prostoru. Fokus čočky 8 je sloučený s prvním ohniskem eliptického reflektoru 1. V důsledku rychlého nahřátí vody 3 laserem vzniká v mezielektrodového prostoru kavitační bublina.

Výhodou všech popsaných konstrukcí litotripterů s plošnými elektrodami, které užíváním nede-gradují, je možnost zvýšení energie elektrického výboje, a tedy posílení amplitudy rázové vlny a jejího účinku, což u klasického litotripteru se zahrocenými elektrodami není vlivem destrukce jejich hrotů možné.

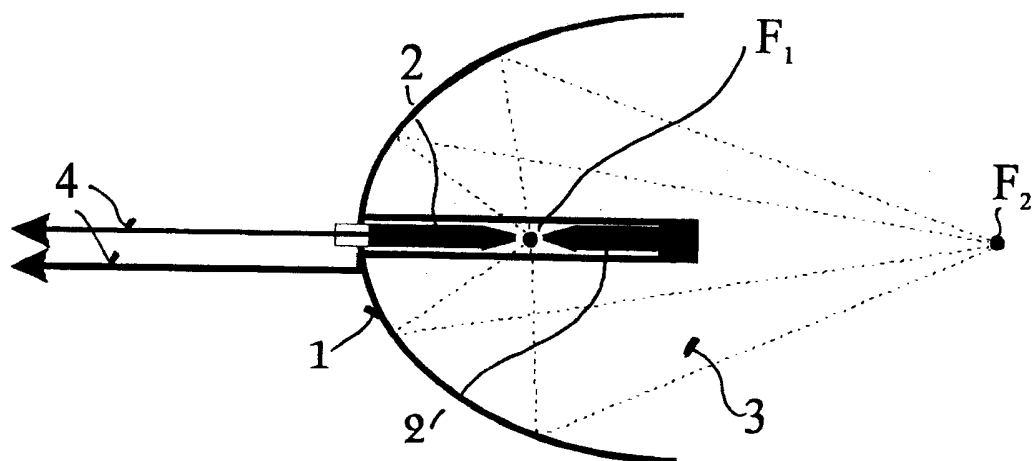
Je také samozřejmé, že popsané příklady konkrétních provedení jsou pouze ilustrativní a nelze je chápat jako omezení vynálezu nárokové v následujících patentových nárocích. Pokud se například v popisu zmiňují plochá přivrácená čela elektrod, nelze to chápat jen jako čela rovinná. Může jít např. o sférické plochy a podobně.

PATENTOVÉ NÁROKY

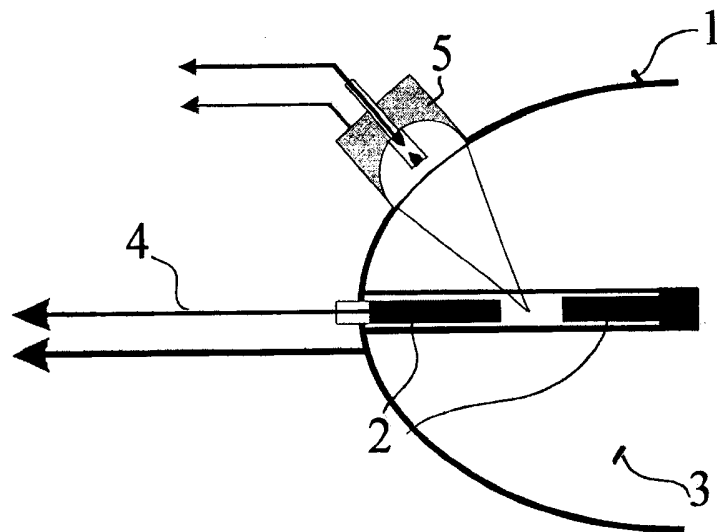
- 5 1. Generátor rázových vln, který má eliptický reflektor (1) naplněný kapalinou (3), zejména vodou, v němž jsou umístěné dvě elektrody (2) koaxiálně proti sobě tak, že se první ohnisko (F_1) reflektoru (1) nachází mezi nimi, přičemž tyto elektrody (2) jsou elektricky připojené ke generátoru vysokonapěťových pulzů a jejich vzájemně přivrácené čelní povrchy jsou ploché, **v y - z n a č u j í c í s e t í m**, že do prostoru mezi elektrodami (2) je nasměrované generační zaříze-
- 10 ní plynových bublin, které spolu s kapalinou (3) vyplňují za provozu mezelektrodový prostor.
2. Generátor rázových vln podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že generační zařízení plynových bublin je tvořené přívodem (7) pro kontrolované vpouštění stlačeného plynu vybraného ze skupiny zahrnující s výhodou vzduch, inertní plyn nebo dusík do prostoru mezi elektrodami (2).
- 15 3. Generátor rázových vln podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že generační zařízení plynových bublin je tvořené piezoelektrickým generátorem (6) ultrazvukových vln.
- 20 4. Generátor rázových vln podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že generační zařízení plynových bublin je tvořené směrovaným jiskrovým generátorem (5) slabší rázové vlny vyvolané jiskrovým elektrickým výbojem vzdáleným od elektrod (2).
- 25 5. Generátor rázových vln podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že generační zařízení plynových bublin je tvořené pomocným generátorem laserového paprsku uspořádaným vně reflektoru (1) a nasměrovaným přes expandér (9) pro rozšíření jeho paprsku na čočku (8) zabudovanou ve stěně reflektoru (1) tak, že fokus čočky (8) je sloučený s prvním ohniskem eliptického reflektoru (1).

30

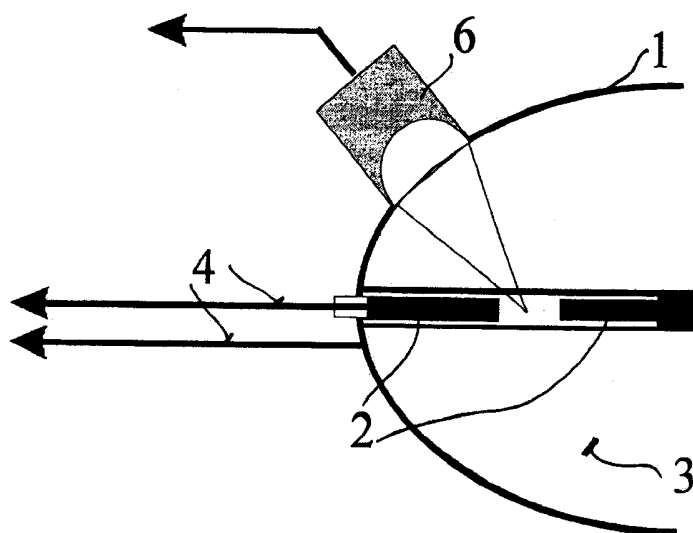
5 výkresů



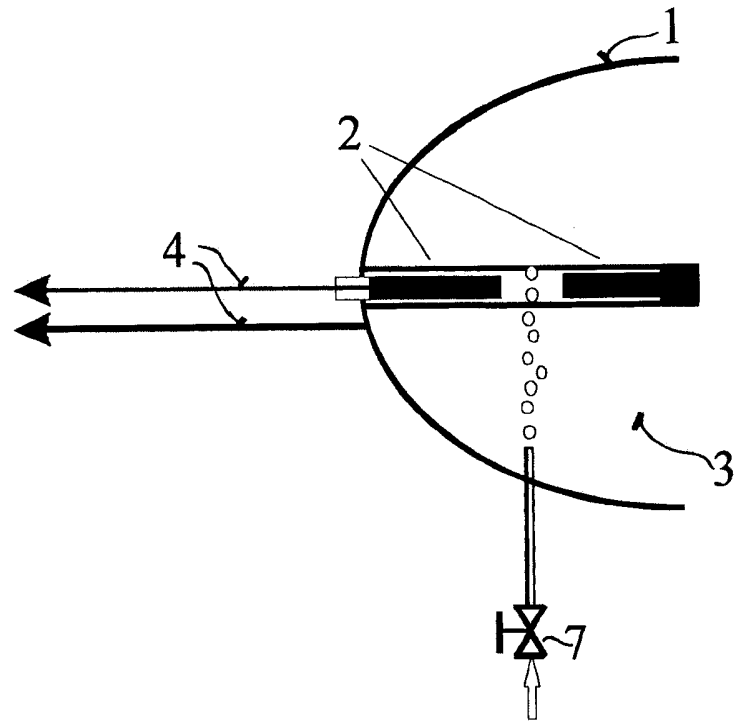
Obr.1



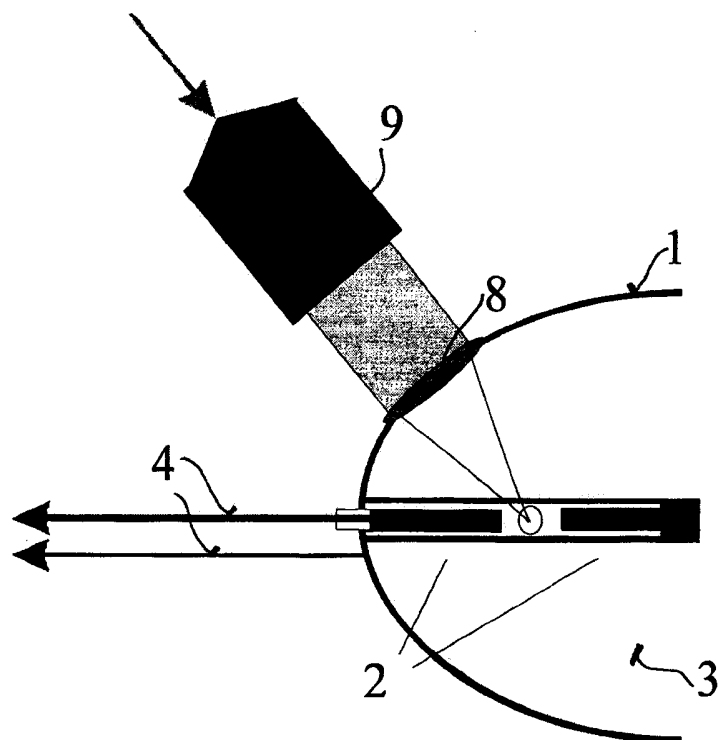
Obr.2



Obr.3



Obr.4



Obr.5

Konec dokumentu
