UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:
30 865
(13) Druh dokumentu: **U1**
(51) Int. Cl.:

C23C 16/513	(2006.01)
C23C 16/505	(2006.01)
C23C 16/50	(2006.01)
C23C 16/511	(2006.01)

(19) ČESKÁ REPUBLIKA

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2017-33847**
(22) Přihlášeno: **23.06.2017**
(47) Zapsáno: **24.07.2017**

(73) Majitel:
Masarykova univerzita, Brno, CZ

(72) Původce:
Mgr. Andrej Buček, Ph.D., Brezno 97701, SK
prof. RNDr. Mirko Černák, CSc., Bratislava 84108, SK
Mgr. David Pavliňák, Brno, Líšeň, CZ
Mgr. Oleksandr Galmiz, Mukachevo 89600, UA
Ing. Miroslav Zemánek, PhD., Míchov, CZ
doc. RNDr. Antonín Brablec, CSc., Rosice, CZ

(74) Zástupce:
PatentCentrum Sedlák & Partners s.r.o., Husova tř. 1847/5, 370 01 České Budějovice 3

(54) Název užitného vzoru:
Zařízení pro plazmovou povrchovou úpravu vnitřních povrchů dutých těles

CZ 30865 U1

Úřad průmyslového vlastnictví v zápisném řízení nezjišťuje, zda předmět užitného vzoru splňuje podmínky způsobilosti k ochraně podle § 1 zák. č. 478/1992 Sb.

Zařízení pro plazmovou povrchovou úpravu vnitřních povrchů dutých těles

Oblast techniky

Předmětem technického řešení je zařízení pro použití difúzního nízkoteplotního elektrického plazmatu, s výhodou generovaného za atmosférického tlaku, na úpravu vlastností vnitřních povrchů dielektrických dutých těles, zejména dlouhých dutých těles.

Dosavadní stav techniky

V technické praxi je často potřebné upravit vlastnosti vnitřních povrchů dutých těles vyrobených z dielektrických materiálů, jako například z polymerních materiálů, skla a keramiky, za účelem získání požadovaných povrchových vlastností pro jejich konečné použití. Dutým tělesem se rozumí obecné označení jak nádob, používaných pro uchovávání kapalin, plynů a sypkých látek, tak prostředků pro jejich transport na určitou vzdálenost, vypouštění, přečerpávání a podobně. Mezi dlouhá dutá tělesa se řadí především taková tělesa, jejichž vnitřní průměr je v poměru k jejich délce menší než 1:10. Zpravidla se tak za dlouhá dutá tělesa považují například různé hadice, trubice, dutá vlákna, kapiláry nebo katetry. Mezi komerčně požadované vlastnosti, které mohou být získány povrchovou úpravou, se řadí například hydrofilnost nebo hydrofóbnost, biokompatibilitu, antimikrobiální vlastnosti, elektrickou vodivost, propustnost povrchu pro plyny a kapaliny, sorpční vlastnosti, adhezi a podobně. Pro uvedené povrchové úpravy se v současnosti obvykle používají tzv. mokré metody. Využitím různých smáčedel, kapalných rozpouštědel, agresivních roztoků kyselin a zásad je možné dosáhnout například čištění a leptání povrchů, biologickou dekontaminaci, povrchovou aktivaci, vytvoření chemických skupin, pokrytí povrchu tenkými vrstvami jiných materiálů a povrchovou imobilizaci nanočástic. Jak je uvedené v Advanced Surface Coatings: A Handbook of Surface Engineering, D. S. Rickerby a A. Matthews Blackie & Son Limited, Glasgow and London, England 1991, aplikace mokrých metod povrchových úprav jsou obvykle spojené s environmentálními problémy v důsledku použití toxických a agresivních chemikálií. Jak je diskutované v Surface Preparation Techniques for adhesive Bonding, Raymond F. Wegman, James Van Twisk, Elsevier 2013, ekologicky a často i ekonomicky výhodnou alternativou k mokrým povrchovým úpravám je použití nízkoteplotního, nerovnovážného elektrického plazmatu.

Elektrické plazma je dostatečně ionizovaný plyn s přibližně stejnou koncentrací kladných a záporných nosičů elektrického náboje. V technické praxi je generované převážně s využitím elektrických výbojů v plynech. Elektrické výboje vznikají v elektrickém poli dostatečným urychlením elektronů na energie řádově několik eV až desítek eV a odpovídající teplotě 10^4 až 10^5 K. Tyto hodnoty jsou pak dostatečné k ionizaci plynu srážkami jeho molekul s elektrony. Pro povrchové úpravy se s výhodou používá teplotně nerovnovážné plazma, jinak také nazývané neizotermické plazma, kde teplota elektronů dosahuje 10^4 až 10^5 K, zatímco teplota molekul plynu a jiných elektricky neutrálních částic v plazmatu se rovná přibližně teplotě okolí. Difúzní nerovnovážné plazma vhodné pro povrchové úpravy materiálů se jednoduše generuje při tlacích plynu řádově tisíckrát nižších, než je atmosférický tlak. Aplikace nízkoteplotního plazmatu pro povrchovou úpravu vnějších povrchů dutých těles jsou popsaná v US patentové přihlášce číslo 20030098085 a v japonské patentové přihlášce JP20080246099 20080925. Úpravy vnitřních povrchů dutých těles nízkotlakým plazmatem jsou popsané v US patentových přihláškách číslo US 2008/0248217, 20100034985, 2013129582, 2013118406 a 2012129582, US patentech 5,521,351 a 7,967,945 jako i v mezinárodní patentové přihlášce WO/2012/097987. Jak je diskutováno v J. R. Roth, Industrial Plasma Engineering, Vol. 2: Applications to Nonthermal PlasmaProcessing, (Inst. of Phys. Publishing, Bristol and Philadelphia, 2001), v důsledku ekonomické a technické náročnosti čerpacích a vakuových zařízení je současným trendem v průmyslových aplikacích plazmatu pro povrchové úpravy využití technik umožňující generování plazmatu za atmosférického tlaku nebo při tlacích blízkých atmosférickému. V důsledku vzniku nestabilit v elektrickém plazmatu, generovaném při tlacích přibližně od 10 % atmosférického tlaku, vedoucí k filamentarizaci, je generování nerovnovážného difúzního plazmatu za atmosférického tlaku známým technickým problémem. V případě aplikace plazmatu

při tlacích blízkých atmosférickému tlaku na opracování vnitřních povrchů dutých těles a to hlavně dlouhých dutých těles, je tento technický problém ještě komplikovanější. Další nevýhodou je, že vyžaduje obvykle uložení kovových elektrod nebo celého zdroje plazmatu do vnitřní části těchto těles. Podle výsledků uvedených v práci F. Massines a kol., J.Phys. D: Appl Phys. 31 (1998) 3411-3420 a v práci Z. Fang a kol., J. Phys. D: Appl. Phys. 42 (2009) 085204, je známo, že difúzní charakter plazmatu je důležitý pro dosáhnutí rovnoměrného opracování povrchu, dále pro zvýšení účinnosti opracování a pro stálost získaných výsledků. V článku T. Sato a kol., Plasma Process. Polym. 2008, 5, 606-614, je popsaný způsob sterilizace vnitřního povrchu polymerních trubic a katetrů plazmatem generovaným za atmosférického tlaku. Podstata způsobu sterilizace spočívá ve vložení vnitřní elektrody o malém poloměru křivosti a aplikaci dostatečně vysokého elektrického napětí mezi tuto elektrodu a pomocnou elektrodu umístěnou z vnější strany trubice. Vzniká tak na povrchu elektrody elektrické pole dostatečné na ionizaci plynu a generování plazmatu. Nevýhodou tohoto řešení je technicky komplikované zavedení elektrody do vnitřku duté trubice a nehomogennost tímto způsobem vygenerovaného plazmatu. V článku M. Polák a kol. Plasm. proc. Polym. 2012, 9, 67-76, a také v mezinárodní patentové přihlášce PCT/EP2011/0510 je popsaný způsob generování plazmatu za atmosférického tlaku uvnitř dlouhé trubice s použitím dvojice elektrod spirálovitě uložených na povrchu trubice. Nevýhodou tohoto řešení je jak technicky složitá konstrukce samotných elektrod, tak jejich složitá elektrická izolace. Další technickou nevýhodou tohoto řešení je, že je nutné snížit elektrické napětí potřebné na zapálení elektrického výboje bez nebezpečí narušení elektrické izolace mezi elektrodami. To je docíleno použitím drahých inertních plynů jako argon (Ar) a helium (He). V US patentové přihlášce č. 20130189156 je popsané řešení použití dielektrického bariérového výboje na sterilizaci vnitřního povrchu dutých kontejnerů pomocí přiložených dvou vnějších elektrod. Nevýhodou tohoto řešení, stejně jako u podobného řešení popsaného A. Schwabedissen a kol., Contrib. Plasma 47 (2007) 551-558 využívající povrchový bariérový výboj, je velmi nehomogenní úprava vnitřního povrchu dutého tělesa. Další nevýhodou tohoto řešení je, že neumožňuje vnější úpravu dutého tělesa. Další způsob opracování povrchů dutých těles je možný pomocí difúzního dielektrického bariérového výboje. Základní vlastnosti, geometrie elektrod a způsob napájení povrchového dielektrického bariérového výboje generovaného s použitím kovových elektrod jsou popsané v mezinárodní přihlášce vynálezu WO2008082297 a v publikacích V. I. Gibalov a G. J. Pietsch J. Phys. D: Appl. Phys. 33 (2000) 2618-2636 a James M. Williamson a kol., J. Phys. D.: Appl. Phys. 39 (2006) 4400. Výhoda tohoto řešení spočívá především v difúzním charakteru plazmatu, a tedy především v rovnoměrném ošetření materiálu za atmosférického tlaku. Mezi některé nevýhody tohoto řešení můžeme uvést nemožnost ošetření vnitřního povrchu dutých těles a použití kovových elektrod, jejichž koroze, eroze nebo odprašování může vést ke kontaminaci povrchu. Další způsob opracování povrchů pomocí plazmatu, generovaném za atmosférického tlaku, spočívá v iniciaci elektrických výbojů v trojných bodech vznikajících při kontaktu vodných roztoků s dielektrickým povrchem a plynem. Tento způsob generování plazmatu je popsaný v M. N. Jordan a kol.: J. Appl. Phys. 102, 03301 (2007), IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation 16 (2009) 1066-1075, a nebo v James M. Williamson a kol.: J. Phys. D: Appl. Phys. 39 (2006)4400. Nevýhodou tohoto řešení je známý fakt, že povrchový dielektrický bariérový výboj napájený střídavým napětím má nehomogenní filamentární strukturu s patrnými katodovými skvrnami. Na vytvoření homogenního plazmatu je často používané pulzní napětí, což je technologicky velmi náročné.

Způsob ošetření vnitřního nebo vnějšího povrchu dutých těles popsaný v patentu CZ 305156 popisuje originální řešení generování difúzního plazmatu uvnitř dutých těles za pomocí kapalných elektrod, kde se plazma pomocí střídavého napětí generuje v trojných bodech, na rozhraní dielektrické stěny tělesa, kapalné elektrody a plynu. Za atmosférického tlaku pak dochází k vytvoření plazmatu ve tvaru prstence v těsném kontaktu s ošetřovanou plochou dutého tělesa. Pro správnou funkci tohoto zařízení je však nutné od sebe dobře galvanicky oddělit obě kapalné elektrody, přičemž zároveň musí být zachováno jejich efektivní napájení z generátoru. Proto ošetření velmi dlouhých dutých těles touto metodou je technicky velmi náročné, zejména u kontinuálních linek, kde by se měla ošetřovat velmi dlouhá tělesa.

Úkolem technického řešení je proto vytvoření zařízení, které by odstraňovalo výše uvedené nedostatky a bylo by vhodné zejména pro plazmovou úpravu vnitřních povrchů dlouhých dutých těles kontinuálním způsobem.

Podstata technického řešení

Zařízení pro povrchovou úpravu vnitřních povrchů dutých těles z elektricky nevodivých materiálů, zejména dlouhých dutých těles, zahrnuje zdroj elektrického napětí, generující v čase proměnlivé elektrické napětí s amplitudou vyšší než 100 V, dále vnitřní elektrodu tvořenou elektricky vodivou kapalinou, uspořádanou uvnitř dutého tělesa, a vnitřní objem plynu nad hladinou elektricky vodivé kapaliny pro generování vrstvy elektrického difuzního plazmatu.

Podstata technického řešení spočívá v tom, že zařízení dále zahrnuje vnější napájecí elektrodu a protielektrodu, které jsou uspořádané kolem obvodu dutého tělesa a propojené se zdrojem elektrického napětí. Jedna z elektrod je uzemněna.

Poloha vnější napájecí elektrody je zvolena tak, aby se nacházela proti sloupci elektricky vodivé kapaliny. Poloha vnější protielektrody je zvolena tak, aby se nacházela proti hladině elektricky vodivé kapaliny. Elektrický odpor mezi elektricky vodivou kapalinou a vnější protielektrodou je alespoň 10 kΩ. Po přivedení elektrického napětí na vnější napájecí elektrodu a vnější protielektrodu dojde ke vzniku vazebních kondenzátorů a k přenosu elektrického napětí ze zdroje do vnitřního objemu plynu prostřednictvím kapacitní vazby, což způsobí generování prstencové vrstvy elektrického difuzního plazmatu v místě kontaktu hladiny elektricky vodivé kapaliny s vnitřním povrchem dutého tělesa.

Ve výhodném provedení technického řešení, vhodném především pro kontinuální povrchové úpravy dlouhých dutých těles s poměrem vnitřního průměru k délce menším než 1:10 ve výrobních linkách, je vnější napájecí elektroda i vnější protielektroda uspořádána stacionárně. Zařízení obsahuje dále prostředek pro rovnoměrný a stejnosměrný posuv dlouhého dutého tělesa vůči vnější napájecí elektrodě a vnější protielektrodě. Může se jednat např. o navíjecí a odvíjecí bubny nebo jiný známý prostředek posuvu.

Zařízení dále obsahuje prostředek pro udržování konstantní polohy hladiny elektricky vodivé kapaliny vůči vnější protielektrodě.

Může se jednat o jakékoliv zařízení, které je schopno udržovat konstantní polohu hladiny elektricky vodivé kapaliny vůči vnější protielektrodě. Z praktického hlediska může být toto zařízení tvořeno např. trubkou nebo hadicí vytvarovanou do tvaru písmene „U".

Pro některé aplikace vyžadující vyšší výkony zdroje je výhodné, když vnější napájecí elektroda a/nebo vnější protielektroda je od vnějšího povrchu dutého tělesa oddělena elektrickým izolantem, který v kombinaci s vhodnými distancemi jednotlivých součástí zabraňuje vzniku korony a elektrickému průrazu mezi elektrodami.

Mezi nejvýhodnější alternativy provedení zařízení pro úpravu vnitřních povrchů dlouhých dutých těles patří provedení, kde duté těleso, vnější napájecí elektroda, vnější protielektroda a elektrický izolant jsou kruhového průřezu, stejně tak jako provedení, kde vnější napájecí elektroda a vnější protielektroda jsou uspořádány souose a vertikálně nad sebou a také poloha ošetřovaného dlouhého dutého tělesa je vertikální.

V dalším výhodném provedení zařízení podle technického řešení je tlak ve vnitřním objemu plynu vyšší než 10 kPa a menší než 200 kPa, což je velmi variabilní rozmezí. S výhodou je použit tlak atmosférický. V dalším výhodném provedení je amplituda napětí přiváděného ze zdroje také v širokém variabilním rozmezí od 50 Hz do 20 MHz. Tímto způsobem generovaný výboj napájený střídavým elektrickým napětím je difúzní, což je velmi výhodné pro rovnoměrné a účinné opracování povrchu dutých těles.

Další výhodou zařízení podle technického řešení je, že amplituda napětí přiváděného ze zdroje mezi vnitřní elektricky vodivou kapalinu a vnější kovovou protielektrodu může být variabilní a to v rozsahu 100 V až 200 kV. Další výhodou předkládaného technického řešení je mimořádně

nízké zápalné napětí a tím i jednoduché generování povrchového dielektrického bariérového výboje. Tento pozitivní jev pravděpodobně vzniká důsledkem elektrického pole a vznikem linie takzvaných trojných bodů na rozhraní kapaliny, okolního plynu a povrchu opracovávaného dutého tělesa.

Výhoda použití vnitřní vodivé kapaliny jako elektrody spočívá především v tom, že nedochází k její korozi a erozi, jako je tomu v případě kovových elektrod vystavených účinkům plazmatu. Další významnou výhodou použití elektricky vodivé kapaliny jako elektrody je její jednoduché zavedení dovnitř dutého tělesa a zajištění přímého kontaktu plazmatu s upravovaným vnitřním povrchem. Jako složky vodivých kapalin pro použití podle vynálezu mohou být s výhodou použité látky, jejichž páry účinkem plazmatu vytváří vysoce reaktivní chemické radikály, které mohou reagovat s povrchem dutého tělesa. Tento proces můžeme ilustrovat například u molekul vody a vodných roztoků, kde se působením plazmatu vytváří reaktivní OH radikály. Z praktického hlediska je tedy výhodné využít jako vnitřní elektricky vodivou elektrodu kapalinu obsahující víc než 50 % vody. Takto provedené ošetření může výrazně zlepšit stávající nebo vytvořit zcela nové požadované fyzikální a chemické povrchové vlastnosti.

Další výhodné provedení a využití technického řešení spočívá v možnosti použití příměsi uhlovodíkových sloučenin v množství větším než 1 % obj. do vodivé kapaliny. Kapaliny pro použití podle technického řešení mohou obsahovat navíc organické molekuly, které účinkem plazmatu disociují a následně polymerují nebo se jinak deponují na plazmatem upravovaném povrchu. Takto provedené ošetření může výrazně zlepšit stávající nebo vytvořit zcela nové požadované fyzikální a chemické povrchové vlastnosti.

Další výhodné provedení technického řešení také spočívá v možnosti použití příměsi anorganických sloučenin a nanočástic. Tyto látky a částice mohou být vlivem plazmatu na povrchu ošetřovaného tělesa imobilizovány, deponovány nebo vytvářet nové funkční vrstvy. Takto provedené ošetření může výrazně zlepšit stávající nebo vytvořit zcela nové požadované fyzikální a chemické povrchové vlastnosti.

Objasnění výkresů

Technické řešení bude objasněno pomocí výkresů, na nichž znázorňují

Obr. 1 řez zařízením pro úpravu vnitřního povrchu dutého tělesa ve vertikálním uspořádání,

Obr. 2 řez zařízením dle obr. 1, znázorňující navíc elektrický izolant vnější napájecí elektrody a vnější protielektrody,

Obr. 3 perspektivní pohled na zařízení dle obr. 2,

Obr. 4 řez zařízením podle obr. 3.

Příklady uskutečnění technického řešení

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

Zařízení znázorněné na obr. 2, 3 a 4 sestává z válcové kovové vnější napájecí elektrody 8 a z válcové kovové vnější protielektrody 7, kterými prochází dlouhé duté těleso 1 z elektricky nevodivého materiálu, oddělené navíc vrstvou elektrického izolantu 9 kolem vnějšího povrchu 12. Na obr. 1 je znázorněno zařízení bez elektrického izolantu 9. Uvnitř dlouhého dutého tělesa 1 je sloupec elektricky vodivé kapaliny 6, jejíž hladina 5 je konstantně udržována proti vnější protielektrodě 7. Nad hladinou 5 je vnitřní objem plynu 11 pro generování vrstvy elektrického difuzního plazmatu 3. Vnější napájecí elektroda 8 je uspořádána proti sloupci elektricky vodivé kapaliny 6 pod hladinou 5. Ze zdroje 4 se na vnější napájecí elektrodu 8 přivádí střídavé vysoké napětí, vnější protielektroda 7 je uzemněna, případně naopak. K přenosu elektrického napětí do

vnitřního objemu plynu 11 dochází bezkontaktně kapacitní vazbou. Dlouhé duté těleso 1 se může rovnoměrně posouvat ve směru 10, což umožňuje kontinuální a stejnoměrné ošetření celého vnitřního povrchu 2 dutého tělesa 1.

Příklad 1

Zařízení podle technického řešení bylo použito na aktivaci PVC hadičky představující duté těleso 1 v délce 10 m způsobem ilustrovaným na obr. 2. Byl připraven vodný roztok kyseliny šťavelové o elektrické vodivosti 50 $mS.cm^{-1}$, který byl posléze použit jako vnitřní elektricky vodivá kapalina 6. Ta byla nalita do PVC hadičky o vnějším a vnitřním průměru 8/6 mm, jejíž vnitřní povrch 2 měl být opracován pomocí plazmatu 3. Na zařízení zajišťující výšku hladiny 5 v hadičce byla nastavena výška hladiny 5 vnitřní elektricky vodivé kapaliny 6 přibližně v polovině délky vnější protielektrody 7. Vnější protielektroda 7 byla elektricky uzemněna, zatímco na vnější napájecí elektrodu 8 bylo přivedeno ze zdroje 4 střídavé vysoké napětí o amplitudě 22 kV a frekvenci 30 kHz. Tím bylo nad hladinou 5 vnitřní elektricky vodivé kapaliny 6 při výkonu 15 W generováno elektrické plazma 3, které vytvořilo prstenec okolo vnitřního povrchu 2 u PVC hadičky. Poté byl spuštěn posuv, který plynule protahoval trubičku zařízením rychlostí 10 cm za minutu ve směru 10. Tím postupně došlo k postupnému ošetření celého vnitřního povrchu 2 dutého tělesa 1.

Příklad 2

Zařízení podle technického řešení bylo použito na aktivaci vnitřního povrchu 2 dutého tělesa 1, konkrétně polyuretanového katetru o délce 100 mm, vnitřním průměru 1,4 mm a vnějším průměru 1,8 mm před následným pokrytím vrstvou chitosanu s antimikrobiálními účinky. Katetr byl nejdříve naplněn roztokem elektricky vodivé kapaliny 6, kterou představoval roztok chloridu sodného (NaCl) v destilované vodě o elektrické vodivosti 130 $mS.cm^{-1}$. Do tohoto roztoku byl přidán ethanol v takovém množství, aby jeho koncentrace ve výsledném roztoku byla 5 obj. % Poté byla podobně jako v příkladu 1 nastavena a zafixována výška vnitřní elektricky vodivé kapaliny 6 tak, aby hladina 5 byla přibližně v polovině délky vnější protielektrody 7. Následně byla napájecí vnější elektroda 8 elektricky uzemněna a na vnější protielektrodu 7 bylo přivedeno vysoké elektrické napětí ze zdroje 4 o amplitudě 15 kV a frekvenci 50 kHz. Poté byla nastavena rychlost posuvu ve směru 10 katetru skrze zařízení na 5 cm za minutu a při výkonu 10 W byl generovaným plazmatem 3 postupně ošetřen celý vnitřní povrch 2 katetru. Byl připraven 20 hmotn. % vodný roztok kyseliny akrylové, do něhož byl ponořen plazmatem 3 aktivovaný katetr. Účinkem plazmatu 3 se na vnitřním povrchu 2 katetru vytvořily nové funkční skupiny a radikály, které následně napomohly k chemickému navázání kyseliny akrylové a jejímu zesíťování. Tímto způsobem se na vnitřním povrchu 2 naroubovala 200 nm silná vrstva kyseliny polyakrylové s dobrou adhezí ke stěně katetru.

Příklad 3

Zařízení podle technického řešení bylo použito na hydrofilizaci a následnou imobilizaci nanočástic (TiO_2) na vnitřním povrchu 2 polypropylenové trubičky představující duté těleso 1 o délce 1 m a vnějším průměru 7 mm a vnitřním průměru 6 mm. V trubičce, která byla naplněna elektricky vodivou kapalinou 6 tvořenou roztokem chloridu sodného o vodivosti 130 $mS.cm^{-1}$ s přídavkem 0,5 hmotn. % suspenze nanočástic TiO_2, byla nastavena výška roztoku takovým způsobem, aby jeho hladina 5 byla přibližně v polovině výšky vnější protielektrody 7. Do vnější napájecí elektrody 8 bylo přivedeno ze zdroje 4 střídavé vysoké napětí o amplitudě 22 kV a frekvenci 25 kHz, zatímco vnější protielektroda 7 byla elektricky uzemněna. Při výkonu 10 W bylo uvnitř trubičky generováno ve vnitřním objemu plynu 11 difuzní elektrické plazma 3, tvořící prstenec kolem vnitřního povrchu 2, přičemž byl vlivem plazmatu 3 postupně aktivován její vnitřní povrch 2 a současně se na ní uložila tenká kompaktní vrstva nanočástic TiO_2.

Průmyslová využitelnost

Zařízení pro plazmovou povrchovou úpravu vnitřních povrchů dutých těles nalezne uplatnění především ve výrobních procesech a v technické praxi, kde je často potřebné upravit vlastnosti vnitřních povrchů produktů vyrobených z dielektrických materiálů, jako například různých typů

hadic, trubic nebo katetrů vyrobených z polymerních materiálů, za účelem získání požadovaných povrchových vlastností pro jejich konečné použití.

NÁROKY NA OCHRANU

1. Zařízení pro plazmovou povrchovou úpravu vnitřních povrchů (2) dutých těles (1) z elektricky nevodivých materiálů difuzním elektrickým plazmatem (3), zahrnující zdroj (4) elektrického napětí generující v čase proměnlivé elektrické napětí s amplitudou vyšší než 100 V, vnitřní elektrodu tvořenou elektricky vodivou kapalinou (6) uspořádanou uvnitř dutého tělesa (1), která je v kontaktu s vnitřním povrchem (2) dutého tělesa (1), a vnitřní objem plynu (11) uspořádaný uvnitř dutého tělesa (1) nad hladinou (5) elektricky vodivé kapaliny (6) kontaktně s vnitřním povrchem (2) dutého tělesa (1), pro generování vrstvy elektrického difuzního plazmatu (3) v místě kontaktu hladiny (5) s vnitřním povrchem (2) dutého tělesa (1), **vyznačující se tím**, že dále zahrnuje vnější napájecí elektrodu (8) a vnější protielektrodu (7), z nichž jedna je uzemněna a obě jsou uspořádané kolem vnějšího obvodu dutého tělesa (1) a propojené se zdrojem (4) elektrického napětí, kde vnější protielektroda (7) je uspořádána proti hladině (5) a vnější napájecí elektroda (8) je uspořádána proti sloupci elektricky vodivé kapaliny (6) tak, že vnější protielektroda (7) s vnitřním objemem plynu (11) a vnější napájecí elektroda (8) se sloupcem elektricky vodivé kapaliny (6) tvoří vazební kondenzátory pro přenos elektrického napětí ze zdroje (4) kapacitní vazbou do vnitřního objemu plynu (11), přičemž elektrický odpor mezi kapalinou (6) a protielektrodou (7) je alespoň 10 kΩ.

2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že vnější napájecí elektroda (8) i vnější protielektroda (7) jsou uspořádány stacionárně, duté těleso (1) je dlouhé duté těleso (1) s poměrem průměru ku délce menším než 1:10 a je ve vnější napájecí elektrodě (8) a ve vnější protielektrodě (7) uloženo s možností posuvného pohybu, zařízení dále zahrnuje prostředek pro rovnoměrný a stejnosměrný posuv dutého tělesa (1) vůči vnější napájecí elektrodě (8) a vnější protielektrodě (7) a dále prostředek pro udržování konstantní polohy hladiny (5) vůči vnější protielektrodě (7).

3. Zařízení podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že vnější napájecí elektroda (8) a/nebo vnější protielektroda (7) je od vnějšího povrchu (12) dutého tělesa (1) oddělen elektrickým izolantem (9).

4. Zařízení podle některého z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že duté těleso (1), vnější napájecí elektroda (8), vnější protielektroda (7) a elektrický izolant (9) mají průřezy ve tvaru mezikruží.

5. Zařízení podle některého z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že tlak ve vnitřním objemu plynu (11) je vyšší než 10 kPa a nižší než 200 kPa.

6. Zařízení podle některého z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že frekvence napětí přiváděného ze zdroje (4) mezi vnitřní elektricky vodivou kapalinu (6) a vnější kovovou protielektrodu (7) leží v intervalu 50 Hz do 10 MHz.

7. Zařízení podle některého z nároků 1 až 6, **vyznačující se tím**, že amplituda napětí přiváděného ze zdroje (4) mezi vnitřní elektricky vodivou kapalinu (6) a vnější kovovou protielektrodu (7) leží v intervalu od 100 V do 200 kV.

8. Zařízení podle některého z nároků 1 až 7, **vyznačující se tím**, že vnitřní elektricky vodivá kapalina (6) obsahuje alespoň 50 % obj. vody.

9. Zařízení podle některého z nároků 1 až 8, **vyznačující se tím**, že vnitřní elektricky vodivá kapalina (6) obsahuje alespoň 1 % obj. uhlovodíkových sloučenin.

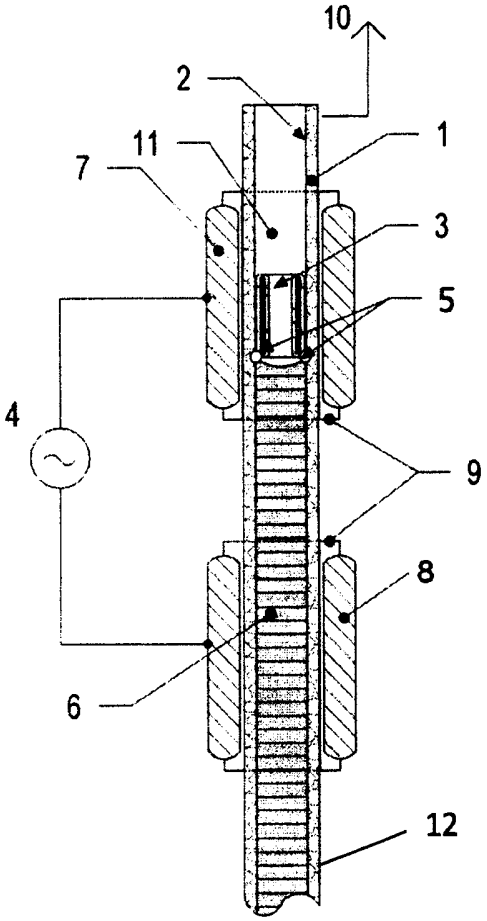
10. Zařízení podle některého z nároků 1 až 9, **vyznačující se tím**, že vnitřní elektricky vodivá kapalina (4) obsahuje dispergované nanočástice.

11. Zařízení podle některého z nároků 1 až 10, **vyznačující se tím**, že vnější napájecí elektroda (8) a vnější protielektroda (7) jsou uspořádány souose a vertikálně.

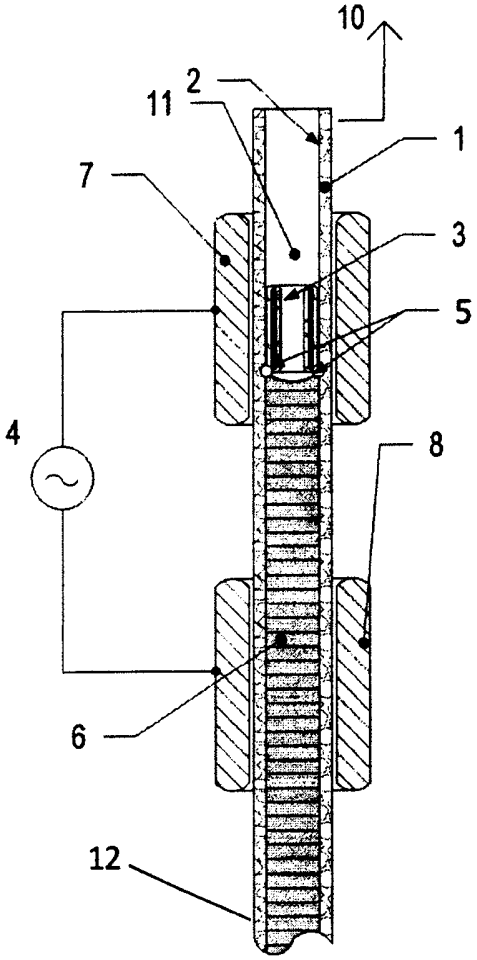
2 výkresy

Seznam vztahových značek:

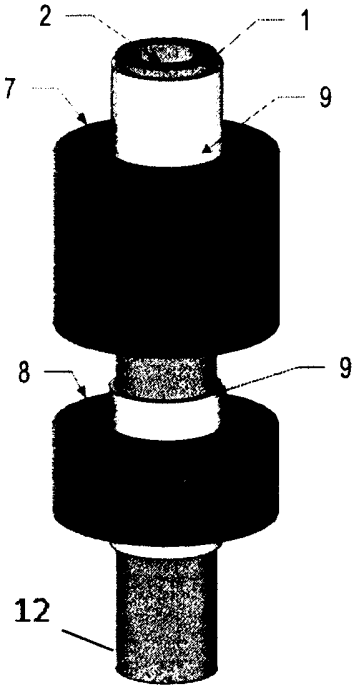
1 – duté těleso
2 – vnitřní povrch dutého tělesa
3 – difuzní elektrické plazma
4 – zdroj elektrického napětí
5 – hladina elektricky vodivé kapaliny
6 – vnitřní elektricky vodivá kapalina
7 – vnější protielektroda
8 – vnější napájecí elektroda
9 – elektrický izolant
10 – směr pohybu dutého tělesa
11 – vnitřní objem plynu
12 – vnější povrch dutého tělesa.



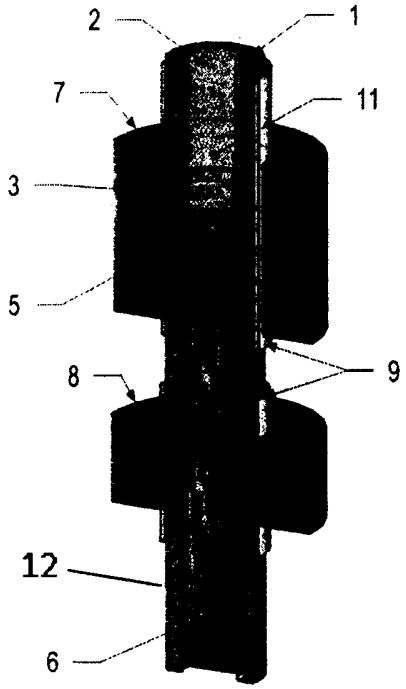
OBR. 2



OBR. 1



OBR. 3



OBR. 4

Konec dokumentu