



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

251 011

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 29 06 84
(21) PV 5063-84

(51) Int. Cl. 4

C 23 C 14/48

(40) Zveřejněno 16 10 86
(45) Vydáno 01 09 88

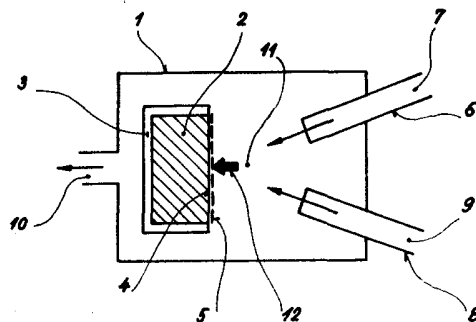
(75)
Autor vynálezu

BÁRDOŠ LADISLAV ing. CSc., PRAHA,
MUSIL JINDŘICH ing. DrSc., ŘEVNICE,
HAVEL JOSEF,
HORTLÍK FRANTIŠEK ing., ÚSTÍ NAD ORLICÍ

(54)

Způsob vytváření tenkého povlaku na povrchu tělesa plazmaticky aktivovanou chemickou reakcí z plynné fáze a zařízení k provádění tohoto způsobu

Řešení se týká oboru techniky plazmatu a jejího využití v technologii vytváření tenkých povlaků na povrchu a v dutinách tělesa za účelem zvýšení odolnosti povrchu proti otěru, korozi nebo pro vytvoření dielektrického povlaku, případně povlaku pro snížení tření nebo naopak, ochranného povlaku apod. Podstatou je především způsob vytváření tenkého povlaku na povrchu tělesa, podle něhož se do odčerpávané reakční nádoby umístí povlakované těleso upevněné v držáku s nastavitelnou teplotou a do reakční nádoby se zavádějí aktivovaný a neaktivovaný reakční plyn. Výsledný tok produktu plazmaticky aktivované chemické reakce z plynné fáze se směřuje na povlakovou část povrchu tělesa za trvalého čerpání reakčního prostoru. Dále je podstatou vynálezu zařízení pro provádění způsobu podle vynálezu, vytvořené z reakční nádoby, v níž je umístěno povlakovací těleso upevněné v držáku s nastavitelnou teplotou, která je opatřena čerpacím výstupem. Napouštěcí systém reakčních plynů pro vytvoření plazmaticky aktivované chemické reakce je umístěn před částí povrchu tělesa určenou k vytvoření povlaku. Čerpací výstup je umístěn ve směru toku produktu plazmaticky aktivované chemické reakce za povlakovým tělesem. Způsob je využitelný ve strojírenství, v metalurgii, v elektronice, v mikroelektronice, v automobilovém a leteckém průmyslu.



251 011

Vynález se týká způsobu vytváření tenkého povlaku na povrchu tělesa plazmaticky aktivovanou chemickou reakcí z plynné fáze a zařízení k provádění tohoto způsobu.

V současné době nalézají různé způsoby povlakování povrchů velké možnosti aplikací. Například u součástí strojů namáhaných na otěr nebo opotřebovávaných abrazívně lze vyrobit základní těleso součásti z méně odolných materiálů a požadovanou odolnost a trvanlivost povrchu lze dosáhnout vhodným povlakem vytvořeným na namáhaném povrchu. Ve mnoha případech jde o součásti, jejichž namáhaný povrch má velmi složitý tvar, nebo jde o různé funkční dutiny případně prolákliny, jejichž povrch je silně namáhán a rychle se opotřebovává, což vede k přerušení funkce součástí. Ochranné vrstvy na povrchu stěn těles a zejména dutin malých rozměrů nebo složitého tvaru nelze jednoduše vytvořit běžnými tenkovrstvovými technologiemi, zejména při nízkých teplotách pod cca 200 až 300 °C.

Jeden ze známých způsobů zvýšení trvanlivosti součástí strojů, zejména součástí z hliníkových slitin pro textilní stroje, ochrannou vrstvou na jejich povrchu, vytvořenou z otěruvzdorných a mechanicky odolných látek, je předmětem vynálezu podle autor-
ského osvědčení č. 233 355.

Podle tohoto vynálezu se tyto otěruvzdorné a mechanicky odolné látky vytvářejí v reaktoru z plynné pracovní směsi působením izotropního nebo magnetoaktivního plazmatického výboje na plynou směs za sníženého tlaku a při teplotách nižších, než je teplota tání materiálu součásti, přičemž se podle potřeby řídí poloha a teplota součástí umístěných v reaktoru a aktivovaná i neutrální složka plynné pracovní směsi se podle potřeby směřuje vzhledem k součástí. -

Plynná pracovní směs se v první alternativě v reaktoru vytvoří z inertního a/nebo reaktivního plynu a z částic alespoň jednoho pevného terče jeho rozprašováním magnetronovým systémem. - Ve druhé alternativě se plynná pracovní směs vytvoří promícháním alespoň jednoho neutrálního plynu s alespoň jedním plynem aktivovaným izotropním nebo magnetoaktivním plazmatickým výbojem.

Podle amerického patentu USP 4 013 532 je chráněn způsob a zařízení pro povlakování substrátu vrstvou polymerovaného materiálu při současné polymeraci výbojem a rozprašováním. V komoře, již lze evakuovat, je umístěn substrát a dvě elektrody. Do komory se vhání příslušný plyn, který může vytvořit polymer, a vytvoří se v plynu výboj. Molekuly plynu a reakční zplodiny vzniklé ve výboji se ukládají na elektrody a na substrát. Materiál uložený alespoň na jedné z obou elektrod je naprašován na substrát vlivem elektrického pole, s výhodou stejnosměrného, mezi elektrodami. Výboj je s výhodou omezen na oblast blízkou elektrodě, jež se rozprašuje. Toto vymezení může být doplněno použitím rozprašované elektrody planárního magnetronu. Tento způsob a zařízení umožňují rychlé povlakování vysoce kvalitním polymerem při nízkých tlacích plynu.

Podle amerického patentu USP 4 026 787 je chráněn způsob a zařízení pro povlakování tenkou vrstvou, filmem, substrátu v tlakové nádobě s využitím plazmatického rozprašování. Substráty jsou uspořádány vně válcového rotujícího bubnu, přičemž během rotace je konvexní povrch bubnu vystaven plazmatu, ve kterém se rozprašují terčové segmenty. Soubor více na povrchu umístěných obloukových terčových segmentů tvoří v podstatě válec a je uspořádán souose a teleskopicky vzhledem k bubnu. Terčové segmenty jsou katodou vysokonapěťového elektrického obvodu a buben jeho anodou.

Plocha terčové jednotky je větší než plocha vystavených substrátů, což umožňuje při radiálním šíření plynného plazmatu vysokou rovnoměrnost povlaku.

Podle amerického patentu USP 4 013 539 je chráněn způsob a zařízení pro depozici tenkého filmu na substrát, který - například ohebný plastický film - je transportován po stočené dráze v tlakové nádobě, v níž je podroben depozičním účinkům, které

například jsou vytvořeny naprašováním ve vysokofrekvenčně generovaném plazmatu. Šroubovicová dráha je upravena tak, že substrát je vystaven depozičním účinkům vícekrát, při rychlostech depozice, které jsou mnohem vyšší než dosud známé. Účinné chlazení je dosaženo magnetickým rozmitáním elektronů od substrátu.

Podle amerického patentu USP 4 046 659 je chráněn způsob a zařízení pro povlakování substrátu, při němž se vytváří izolační vrstva na jedné části vodivého terče a druhá část terče se udržuje bez izolační vrstvy iontovým bombardováním. Vodivý terč je na střídavém elektrickém potenciálu dostatečně vysokého kmitočtu, aby se vyloučilo tvoření oblouků, avšak ne tak vysokého, aby bylo nutno užít impendančně přizpůsobovací techniky; kmitočet je tedy v rozsahu od 400 Hz do 60 000 Hz. Zařízení sestává z evakuované komory, v níž je anoda, terč z vodivého materiálu a substrát; v komoře je předepsaný parciální tlak reakčního plynu, který tvoří izolační složku pro reakci s terčem. Dále obsahuje katodu magnetronového zařízení, které vytváří erozní oblast pouze na části terče a zdroj elektrického střídavého napětí o kmitočtu 400 Hz až 60 000 Hz, který je spojen s anodou a terčem pro rozprašování materiálu z terče. Terč je planární a zařízení je také magnetronové planární katodové zařízení.

Podle amerického patentu USP 4 116 791 je chráněn způsob a zařízení pro vytvoření povlaku iontovým plátováním s použitím magnetronového katodového terče jako zdroje povlakového materiálu. Substrát k povlakování technikou iontového plátování se umístí v blízkosti nebo na první katodě proti druhé katodě v prostoru obsahujícím vzácný plyn, přičemž druhá katoda tvoří terč z povlakovaného materiálu. Je použito relativně vysokého záporného předpětí vůči katodě, vzhledem k uzemněné komoře, které generuje obloukový výboj pro iontové čištění substrátu. Rozprašování je zesíleno toroidálním magnetem na odvrácené straně druhé katody od první katody, jejíž siločáry pronikají terčem a uzavírají se v mezikatodovém prostoru a tvoří nekonečnou dráhu cirkulujících elektronů. Během čištění je substrát chráněn proti předčasnému ukládání částic současným umístěním přepážky, clony, mezi substrát a terč nebo přemístěním substrátu dále od aktivní části druhé katody. Elektrickým vybuzením druhé katody se vytvoří povlak z materiálu terče na vyčištěném substrátu.

Podle amerického patentu USP 4 066 037 je chráněno zařízení pro deponování dielektrických filmů s použitím doutnavého výboje. Zařízení vytváří hustý a těsně přiléhavý dielektrický film na povrchu vodičů, polovodičů a izolátorů. Zařízení je sestaveno z reakční komory, do níž se napouští dispergovaný plyn a vybudí se vysokofrekvenčním polem, aby vznikla vysoce zářivá zóna doutnavého výboje mezi stěnami komory. Separátně se napustí jiný plyn, který je dispergován po proudu ze zóny doutnavého výboje ihned po vytvoření povlaku na substrátu.

Podle německého patentového spisu DOS 26 56 821 je chráněno zařízení a způsob nanášení filmu na substrát. Zařízení je vytvořeno z reakční komory, čerpacího zařízení, držáku substrátu v reakční komoře, prostředků pro přívod jednoho prvního a jednoho druhého plynu do reakční komory a konečně ze zařízení, které obklopuje reakční komoru a je určeno pro ionizaci plynu a vznik vysokofrekvenční výbojové zóny v reakční komoře.

Podle tohoto patentu je první plyn vhodným zařízením do reakční komory rozveden a vybuzen budicím zařízením do vysokofrekvenčního výboje; držák substrátu je upraven pod výbojovou zónou a vhodné zařízení nad držákem substrátu a pod výbojovou zónou rozděluje druhý plyn uvnitř reakční komory takovým způsobem, že vybuzený první plyn a druhý plyn reagují v blízkosti nosiče substrátu a na substrát je takto nanesen film. Držák substrátu je opatřen kovovou deskou pro upevnění substrátu a žhavicí zařízení pro udržení teploty kovové desky nad 200 °C. Zařízení pro vybuzení plynu je vytvořeno z cívky navinuté na část reakční komory. Zařízení pro rozdělení obou plynů v reakční komoře jsou dvě, jsou cylindrická a opatřena otvory.

Způsob podle uvedeného patentu se týká nanášení filmu na substrát, který je umístěn v reakční komoře, v níž je nízký tlak a do níž se přivádějí plyny, je zavedeno vysokofrekvenční pole, aby se vytvořila uvnitř reakční komory výbojová zóna. První plyn je vybuzen výbojovou zónou a druhý plyn se rozvádí v reakční komoře pod výbojovou zónou a bezprostředně nad substrátem, kde reaguje s vybuzenými částicemi prvního plynu, a tím se vytváří film. Substrát je přitom ohříván na teplotu nad 200 °C. Prvním plynem je dusík nebo argon. Druhým plynem je binární směs silanu a vzácného plynu, argonu nebo hélia. Podle patentu je dále prv-

ním plynem dusík a druhým plynem binární směs 1,5 % objemu silanu v argonu nebo 3 % objemu silanu v argonu nebo 1,5 % objemu silanu v heliu.

Podle německého patentového spisu DOS 27 36 514 je chráněn způsob a zařízení pro nanášení uhlikatého materiálu na jeden povrch. Způsob je vyznačen tím, že se povrch substrátu vystaví ionizované plynné atmosféře vytvořené v plynu, obsahující uhlík a vodík, přičemž na povrch substrátu je přiloženo elektrické napětí pomocí kapacitního zařízení a polarita tohoto napětí se mění v intervalech od 5×10^{-9} sekundy do 10^{-6} sekundy. Ve druhé alternativě je chráněn způsob nanášení uhlikatého materiálu, který je vyznačen tím, že povrch je spojen kapacitním zařízením s jednou svorkou zdroje elektromagnetického pole o kmitočtu od 0,5 do 100 MHz, zatímco druhá svorka tohoto zdroje je spojena s elektrodou umístěnou v odstupu od povrchu a do blízkosti tohoto povrchu se přivádí plyn obsahující uhlík a vodík při tlaku nižším než atmosférickém, čímž se vytváří v blízkosti povrchu ionizovaná plynná atmosféra. Při třetí alternativě způsobu podle patentu je chráněn způsob nanášení uhlikatého materiálu na dva od sebe vzdálené povrchy. Tento způsob je vyznačen tím, že každý povrch je spojen příslušným kapacitním zařízením s odpovídající svorkou zdroje elektromagnetického pole o kmitočtu od 0,5 do 100 MHz a do blízkosti povrchu se přivádí opět plyn obsahující uhlík a vodík při tlaku nižším než atmosférickém, čímž se vytváří v blízkosti obou povrchů atmosféra ionizovaného plynu. Při čtvrté alternativě způsobu podle patentu je chráněn způsob podle první a druhé alternativy s tím rozdílem, že povrch je kapacitním zařízením spojen s jednou svorkou prvního zdroje elektromagnetického pole, jehož druhá svorka je spojena s elektrodou a v plynu je vytvářena ionizovaná plynná atmosféra cívkou, jež obepíná povrch; tato cívka je připojena ke druhému vysokofrekvenčnímu zdroji. Při páté alternativě způsobu podle patentu je chráněn způsob podle první a druhé alternativy s tím rozdílem, že ionizace plynné atmosféry se docílí rozežhaveným drátem nebo vláknem a další elektrodou vzdáleně umístěnou. Při šesté alternativě je použito jako plynu uhlovodíku. Při sedmé alternativě způsobu podle patentu je jako uhlovodíku použito butanu. Při osmé alternativě způsobu podle patentu je chráněn způsob podle šesté alternativy, při němž je po-

vrch udržován na pokojové teplotě a jednotka rozsahu terčového zařízení, připadající na jednotku sníženého tlaku zavedeného vstupního výkonu, je menší než $20 \text{ W.cm}^{-2}.\text{Torr}^{-1}$. Při deváté alternativě způsobu je chráněn způsob podle šesté alternativy, při němž je povrch udržován na teplotě místnosti a vstupní výkon, který je přiváděn na jednotku terčového rozsahu, připadající na jednotku redukováného tlaku, je mezi 20 a $200 \text{ W.cm}^{-2}.\text{Torr}^{-1}$. Při desáté alternativě způsobu podle patentu je chráněn způsob podle šesté alternativy, při němž vstupní výkon na jednotku redukováného tlaku přiváděný jednotkovému rozsahu terče je větší než $200 \text{ W.cm}^{-2}.\text{Torr}^{-1}$.

Zařízení pro provádění uvedeného způsobu podle patentového spisu DOS 27 36 514 je vyznačeno tím, že je vytvořeno držákem k upěvnění substrátu, na jehož povrch má být nanesen uhlikatý materiál, dále zdrojem elektrického napětí spojeným s držákem substrátu, přičemž toto napětí mění polaritu v intervalech od 5×10^{-9} do 10^{-6} sekundy, a konečně zařízením pro vytvoření ionizované plynné atmosféry v okolí povrchu substrátu.

Podle německého patentového spisu DOS 29 19 191 je chráněn způsob nanášení otěruvzdorného materiálu na trubice, zejména na trubičky psacích trubičkových per. Způsob je vyznačen tím, že se trubička po očištění povrchu vloží do vakua a podrobí otáčivému pohybu; povlakový materiál ve tvaru terče planárního rozprašovacího magnetronového systému se umístí v blízkosti trubičky ve vakuu s připojením elektrického napětí se rozprašuje. Otěruvzdorný materiál se usadí na trubičkách a vytvoří vrstvu. Terč je připojen k magnetronu vysokofrekvenčnímu nebo stejnosměrnému. Povlakovým materiálem je karbid křemíku SiC, kysličník hliníku Al_2O_3 , karbid wolframu WC, chrom Cr, kobalt Co - chrom Cr nebo Ruthenium Ru - chrom Cr. Povlakování se děje rychlostí 150 Å za minutu. Po dobu otáčivého pohybu trubiček je na ně přiloženo elektrické předpětí -25 V až -100 V. Do evakuovaného prostoru se napouští vodík, dusík, kyslík, argon a/nebo acetylen, přičemž se napouští alespoň dva plyny. Trubičky jsou uloženy v otáčivém bubnu, jehož teplota se řídí vodním chlazením. Čištění trubiček se provádí v kyslíkovém plazmatu, přičemž toto čištění pokračuje až do výrazného snížení obsahu vodíku

H_2^- , uhlíku C^- , dusíku N_2^- , hydroxydu OH^- a vody H_2O^- , což se projeví zmizením píků v záznamu analýzy jejich přítomnosti.

Znamé způsoby vytváření tenkých povlaků na povrchu těles mají různé nevýhody. Ve mnoha případech jde o nutnost dosáhnout požadované odolnosti a trvanlivosti součástek namáhaných na otěr nebo opotřebovávaných abrazívně, přičemž tyto součástky mají velmi složitý tvar namáhaného povrchu; jindy je potřeba vytvořit vhodný povlak na povrchu funkční dutiny nebo proláčky. V těchto případech ochranné vrstvy na povrchu tělesa a zejména dutin malých rozměrů nebo složitého tvaru nelze jednoduše vytvořit běžnými známými tenkovrstvovými technologiemi a kromě toho obvykle nelze použít technologií využívajících teploty nad 200 až 300 °C, takže je ovšem omezen výběr a použití známých technologií pro vytvoření tenkovrstvového povlaku na tělesech zhotovených z materiálů, jež nelze tepelně namáhat působením teploty nad 200 až 300 °C. Tato nevýhoda je závažná i s ohledem na rostoucí trend použití umělých hmot pro zhotovení jádra tělesa, jež se opatřuje ochrannou tenkou vrstvou funkční částí jeho povrchu.

Nevýhody a nedostatky stávajících způsobů vytváření tenkých povlaků na povrchu a v dutinách těles jsou v největší míře zmírněny anebo zcela odstraněny způsobem a zařízením pro provádění tohoto způsobu podle vynálezu. Podstatou způsobu podle vynálezu je vytváření tenkého povlaku na povrchu tělesa plazmaticky aktivovanou chemickou reakcí z plynné fáze, při němž se do odčerpávané reakční nádoby, v níž se umístí povlakované těleso, upevněné v držáku s nastavitelnou teplotou, zavádí jednak neaktivovaný reakční plyn, jednak plazmaticky aktivovaný reakční plyn, přičemž přívod alespoň jednoho z obou reakčních plynů se směřuje proti povlakované části povrchu tělesa, před níž se oba reakční plyny setkávají, načež se výsledný tok produktu plazmaticky aktivované chemické reakce z plynné fáze směřuje na povlakovanou část povrchu tělesa za trvalého čerpání reakční nádoby.

Podstatou zařízení pro provádění způsobu podle vynálezu je zařízení vytvořené z reakční nádoby, v níž je umístěno povlakované těleso, upevněné tepelně vodivě v držáku s nastavitelnou teplotou, a jež je opatřena čerpacím výstupem. Podle vy-

nálezu je napouštěcí systém pro vytvoření plazmaticky aktivované chemické reakce umístěn před částí povrchu tělesa určenou k vytvoření povlaku a čerpací výstup je umístěn ve směru toku produktu plazmaticky aktivované chemické reakce za povlakovacím tělesem.

Při první alternativě zařízení pro provádění způsobu podle vynálezu sestává napouštěcí systém pro vytvoření plazmaticky aktivované chemické reakce jednak z alespoň jednoho přívodu neaktivovaného reakčního plynu, jednak z alespoň jednoho přívodu plazmaticky aktivovaného reakčního plynu, přičemž ústí alespoň jednoho z přívodů obou reakčních plynů je umístěno proti části povrchu tělesa určené k vytvoření povlaku a průsečík os přívodů reakčních plynů je před touto částí povrchu tělesa.

Při druhé alternativě zařízení pro provádění způsobu podle vynálezu sestává napouštěcí systém pro vytvoření plazmaticky aktivované chemické reakce z alespoň dvou přívodů prvního z obou reakčních plynů, dále z alespoň dvou přívodů druhého z reakčních plynů a/nebo přívod druhého z reakčních plynů je opatřen rozptylovací koncovkou vytvořenou soustavou trysek, a/nebo porézní přepážkou, přičemž ústí alespoň dvou přívodů a ústí rozptylovací koncovky jsou umístěna proti části povrchu tělesa určené k vytvoření povlaku a průsečík os alespoň dvou přívodů prvního z obou reakčních plynů je před touto částí povrchu tělesa.

Při třetí alternativě zařízení pro provádění způsobu podle vynálezu sestává napouštěcí systém pro vytvoření plazmaticky aktivované chemické reakce ze dvou souosých přívodů reakčních plynů, jejichž ústí jsou uvnitř tělesa v alespoň jeho jedné dutině, určené k vytvoření povlaku, přičemž první z obou přívodů reakčních plynů je určen pro plazmaticky aktivovaný reakční plyn a je opatřen alespoň jedním rozptylovačem sestávajícím z radiálně a axiálně uspořádaných trysek, zatímco druhý z obou přívodů reakčních plynů je určen pro neaktivovaný plyn.

Při čtvrté alternativě zařízení pro provádění způsobu podle vynálezu sestává napouštěcí systém pro vytvoření plazmaticky aktivované chemické reakce jednak z alespoň jednoho přívodu neaktivovaného reakčního plynu, jednak z alespoň jednoho přívodu plazmaticky aktivovaného reakčního plynu, přičemž ústí obou přívodů reakčních plynů jsou umístěna proti části povrchu těle-

sa ve tvaru fólie, vedené z odvíjecího válce přes přitlačný vodič válec s nastavitelnou teplotou k navíjecímu válci a přívody reakčních plynů mají průřez, jehož rozměr ve směru kolmém ke směru pohybu fólie je roven alespoň její šířce a čerpací výstup je umístěn ve směru výsledného toku produktu reakce pod přitlačným válcem s nastavitelnou teplotou.

Výhody vytváření tenkých ochranných povlaků způsobem a zařízením pro jeho provádění lze popsat následovně: povlak lze nanášet v prostoru mimo oblast plazmatu aktivujícího požadovanou komponentu reakční směsi a povrch tělesa při povlakování může být udržován v podstatě na libovolné teplotě. Aktivované i neaktivované plyny potřebné k reakci je možno do reakční nádoby zavést tak, aby výsledný směr jejich proudění byl orientován do žádaného směru na stěnu tělesa. Chemická reakce vznikající při míchání plynů produkuje na stěnách tenký povlak požadovaného složení, přičemž teplota tělesa může být regulována ohřevem nebo chlazením ze zdroje umístěného mimo oblast reakce. Požadovanou rovnoměrnost tloušťky povlaku na povrchu tělesa lze dosáhnout rovnoměrným mícháním reagujících plynů vzhledem k povlakovanému povrchu využitím jednoduchých nebo vícenásobných trysek nebo soustav otvorů, které umožňují rovnoměrné rozptýlení plynů v požadované oblasti. Povlakování způsobem podle vynálezu lze aplikovat také v případě fólií na zařízení podle vynálezu, které je pro takový účel přizpůsobeno.

Způsobu podle vynálezu lze běžně využít pro zvýšení odolnosti různých strojních součástí, zhotovených z nedokonale mechanicky odolných materiálů, jako jsou například hliníkové slitiny. Lze vytvářet povlaky různých vlastností: otěruvzdorné povlaky, antikorozní nebo jinak ochranné, dielektrické, vodivé, snižující tření apod.

Podstata vynálezu je dále vysvětlena na příkladech zařízení pro provádění způsobu podle vynálezu pomocí výkresů, na nichž je znázorněno: na obr. 1 - nejjednodušší zařízení, na obr. 2 - zařízení pro povlakování větší plochy povrchu tělesa, na obr. 3 - zařízení pro povlakování vnitřní dutiny tělesa, na obr. 4 - zařízení pro povlakování více vnitřních dutin tělesa, na obr. 5 - zařízení pro povlakování tělesa ve tvaru dlouhé fólie.

Na obr. 1 je znázorněn příklad zařízení v nejjednodušším provedení, u něhož je v reakční nádobě 1 těleso 2 upevněno v držáku 3 s nastavitelnou teplotou, takže je nastavitelná také teplota tělesa 2, na jehož stěně 4 se má vytvořit povlak 5. Přívod 6 je určen pro neaktivovaný reakční plyn 1 a přívod 8 je určen pro aktivovaný reakční plyn 2. Reakční nádoba 1 je připojena čerpacím výstupem 10 k čerpacímu zařízení. Přívody 6, 8 reakčních plynů jsou v reakční nádobě 1 umístěny tak, že alespoň jeden z obou přívodů je nasměrován proti stěně 4 tělesa 2, na níž se má vytvořit ochranný povlak 5. Přitom průsečík os přívodů 6, 8 reakčních plynů 1, 2 je v místě před stěnou 4. Čerpací výstup 10 reakční nádoby 1 je umístěn za tělesem 2. V místě 11 se setkávají oba reakční plyny 1, 2 a výsledný tok 12 produktu reakce směřuje proti stěně 4.

Na obr. 2 je znázorněn příklad zařízení vhodného pro povlakování větší plochy povrchu tělesa 2. Jsou opět upraveny přívody 13, 14 pro jeden druh nebo pro dva druhy reakčního plynu, dále je upraven třetí přívod 15 reakčního plynu a rozptylovací koncovka 16, vytvořená soustavou trysek nebo porézní přepážkou a/nebo zvětšením počtu přívodů pro napouštění alespoň jednoho reakčního plynu. Přívody 13, 14 reakčního plynu jsou vhodně šikmo směřovány proti stěně 4, na níž má být vytvořen povlak 5. Aby tento povlak 5 byl rovnoměrně tenký při větší ploše stěny 4, je před třetím přívodem 15 reakčního plynu vložena rozptylovací koncovka 16. Výsledný tok 17, 18, 19 produktu reakce je směřován proti stěně 4. Ostatní části zařízení podle obr. 2 jsou stejné a stejně označeny, jako je uvedeno v popisu obr. 1.

Na obr. 3 je znázorněn příklad zařízení vhodného pro povlakování vnitřní dutiny tělesa. Zařízení je vytvořeno opět z reakční nádoby 1, v níž je těleso 20 s dutinou 21, které je upevněno v držáku 3 s nastavitelnou teplotou. Do dutiny 21 tělesa 20 jsou zavedeny dva souosé přívody napouštěcího systému: vnitřní přívod 23 prvního reakčního plynu, vnější přívod 22 druhého reakčního plynu. Vnitřní přívod 23 je uvnitř dutiny opatřen rozptylovačem 24, který je vytvořen systémem radiálně a axiálně umístěných trysek. Povlak 5 na povrchu dutiny 21 je vytvořen tokem 25, 26 produktu reakce. Čerpací výstup 10 reakční nádoby 1 je umístěn za držákem 3 tělesa 20.

Na obr. 4 je znázorněn příklad alternativy zařízení pro povlakování vnitřních stěn dutého tělesa, jehož tvar dutiny je složitý a má větší plochu povrchu. Zařízení je vytvořeno z reakční nádoby 1, v níž je těleso 27 s dutinou 28 složitějšího tvaru a větší osové délky, které je upevněno v držáku 22 s nastavitelnou teplotou. Přívody 30, 31 reakčních plynů jsou souosé a jsou upraveny tak, že vnější přívod 30 je napojen na dutinu 28, zatímco vnitřní přívod 31 pokračuje podél osy dutiny 28 několika rozptylovači 32, umístěnými v blízkosti části povrchu stěny, na níž má být vytvořen ochranný povlak 5. Šipky označují směr výsledného toku 33 produktu reakce. Čerpací výstup 10 je umístěn ve směru proudění reakčních plynů ve protější stěně reakční nádoby 1 proti souosým přívodům 30, 31 napouštěcího systému reakčních plynů.

Na obr. 5 je znázorněn příklad zařízení pro povlakování tělesa ve tvaru dlouhé fólie. Zařízení je vytvořeno z čerpací nádoby 1, do níž jsou zavedeny shora dva přívody 34, 35 reakčních plynů, které jsou směrovány tak, že průsečík jejich os je nad povrchem tělesa 36 ve tvaru dlouhé fólie, která se odvíjí z odvíjecího válce 37 a navíjí se na navíjecí válec 38, přičemž pro regulaci teploty je mezi odvíjecím válcem a navíjecím válcem upraven přitlačný válec 39 s nastavitelnou teplotou. Těleso 36 ve tvaru dlouhé fólie je vedeno přes přitlačný válec 39, pod nímž je upraven čerpací výstup 10 ve směru výsledného toku 40 produktu reakce.

Popis činnosti při použití způsobu podle vynálezu: tenký povlak se na stěny tělesa ukládá jako produkt plazmochemické reakce probíhající ve směsi plynů, z nichž alespoň jeden je aktivován průchodem plazmatem. Aktivace směsi nebo alespoň některé komponenty je podmínkou vzniku a udržení požadované reakce a umožňuje syntetizovat výsledný produkt při nízké teplotě, někdy dokonce blízké teplotě pokojové. Jde tedy o nízkoteplotní způsob vytváření povlaků. Jako příklady tohoto způsobu lze uvést některé typické plazmochemické reakce:

Zprvė vytvoření nitridu titanu TiN : neutrální plyn, chlorid titanu $TiCl_4$ plus plyn aktivovaný plazmatem, dusík N_2^x plus neutrální plyn, vodík $2H_2$. - Výsledný produkt reakce: povlak, tj. pevná látka nitrid titanu TiN plus neutrální plyn, chlorovodík $4HCl$.

Zadruhé vytvoření karbidu titanu TiC : neutrální plyn, chlorid titaničitý $TiCl_4$ + plyn aktivovaný plazmatem, tj. methan CH_4 . - Výsledný produkt reakce: povlak, tj. pevná látka karbid titanu TiC + neutrální plyn, chlorovodík $4HCl$.

Zatřetí vytvoření nitridu křemíku Si_3N_4 : neutrální plyn, silan $3SiH_4$ plus plyn aktivovaný plazmatem, dusík $2N_2^x$. - Výsledný produkt reakce: povlak, tj. pevná látka, nitrid křemíku Si_3N_4 plus neutrální plyn, vodík $6H_2$.

Popis činnosti zařízení pro provádění způsobu podle vynálezu:

U zařízení podle obr. 1 je do reakční nádoby 1 napouštěn příívodem 6 neaktivovaný reakční plyn 7 a aktivovaný reakční plyn 2 příívodem 8. Reakční nádoba 1 je odčerpávána čerpacím výstupem 10. Příívody 6, 8 reakčních plynů 7 a 9 jsou zavedeny do reakční nádoby 1 a v ní směrovány tak, že alespoň jeden z obou reakčních plynů je nasměrován proti stěně 4 tělesa 2, na které má být vytvořen povlak. Oba reakční plyny se setkávají před stěnou 4 tělesa 2 v místě 11 a na stěnu 4 směruje výsledný tok 12 produktu reakce. Takto se na stěně 4 vytváří tenký povlak 5. Pro dosažení optimálního směru toků plynů 7 a 2 a toku 12 výsledného produktu reakce je čerpací výstup 10 reakční nádoby 1 umístěn ve směru požadovaného toku 12 produktu reakce, za držákem 3 tělesa 2.

U zařízení podle obr. 2 je povlakovaná plocha 4 a povlak 5 větších rozměrů, a proto je příívod alespoň jednoho z obou reakčních plynů opatřen rozptylovací koncovkou 16, vytvořenou soustavou trysek nebo porézní přepážkou a/nebo počet příívodů pro napouštění alespoň jednoho plynu je zvětšen. V konkrétním přííkladu je první z obou reakčních plynů zaváděn dvěma příívody 13, 14 a směrován šikmo proti povlakované stěně 4, zatímco druhý reakční plyn se přívádí příívodem 15 a rozptylovací koncovkou 16 se dostává do prostoru před stěnou 4, kde se míchá s druhým reakčním plynem a vzniklý tok 17, 18, 19 produktu reakce vytváří na stěně 4 tělesa 2 povlak 5, který je rovnoměrně tlustý. Čerpání se děje opět ve směru požadovaného toku 17, 18, 19 produktu reakce čerpacím výstupem 10, umístěným za držákem 3 tělesa 2.

U zařízení podle obr. 3 je napouštěcí systém souosý a aktivovaný reakční plyn je do dutiny 21 tělesa 20 zaveden například vnitřním příívodem 23 a rozptýlen rozptylovačem 24, zatímco

neaktivovaný reakční plyn je do dutiny 21 zaveden vnějším pří-
vodem 22. Výsledný tok 25, 26 produktu reakce vytváří na stě-
nách dutiny tenký rovnoměrný povlak 5. Čerpací výstup 10 je u-
místěn opět před držákem 3 tělesa 20, aby se čerpání dělo ve
směru požadovaného toku produktu reakce.

U zařízení podle obr. 4 je napouštěcí systém opět souosý
a vzhledem k větší osově délce dutiny 28 v tělese 27 válcového
tvaru je vnitřní přívod 31 opatřen více rozptylovači 32, který-
mi se napouští a rozptyluje v dutinách aktivovaný reakční plyn;
přívodem 30 se napouští neaktivovaný reakční plyn, který se
přivádí podél vnitřních stěn tělesa 27. Aktivovaný reakční plyn,
rozvedený rozptylovači 32 v blízkosti vnitřní stěny tělesa 27
reaguje s neaktivovaným reakčním plynem a vytváří ochranný po-
vlak 5. Výsledný tok produktu reakce je označen šipkami 33.
Čerpání reakční nádoby 1 se provádí čerpacím výstupem 10 umís-
těným ve směru napouštění reakčních plynů, v protějščí čelní stě-
ně proti jejich přívodům.

U zařízení podle obr. 5 jsou části uvnitř reakční nádoby 1
umístěny s ohledem na těleso ve tvaru dlouhé fólie 36, která
se odvíjí z odvíjecího válce 37, je vedena přes přítlačný vá-
lec 32 s nastavitelnou teplotou a navíjí se na navíjecí válec
38. Oba reakční plyny se přivádějí přívody 34 a 35, míchají se
nad místem styku fólie 36 s přítlačným válcem 32 a vzniklým to-
kem 40 produktu reakce se vytváří povlak 5 na povrchu fólie 36
na její straně přivrácené k přívodům 34, 35 reakčních plynů.
Čerpání reakční nádoby 1 se děje čerpacím výstupem 10 umístě-
ným pod přítlačným válcem 32 ve směru výsledného toku 40 pro-
duktu reakce. Ústí přívodů reakčních plynů jsou umístěna proti
části povrchu fólie a mají průřez, jehož rozměr ve směru kol-
mém ke směru pohybu fólie 36 je roven alespoň její šířce.

Způsob vytváření tenkých povlaků na stěnách strojních sou-
částí, a to na stěnách vnějších nebo vnitřních a zařízení pro
provádění tohoto způsobu podle vynálezu je možné použít k více
účelům. Povlaky mohou sloužit jako otěruvzdorné, antikorozi,
dielektrické, snižující nebo zvyšující tření, ochranné apod.
Proto je využití způsobu a zařízení podle vynálezu všestranné,
to znamená ve strojírenství například pro zvyšování trvanlivosti
spřádacích rotorů textilních strojů, dále v metalurgii například

pro obráběcí a tvářecí nástroje. Vynález je využitelný také v elektronice, v mikroelektronice, v leteckém a automobilovém průmyslu atd.

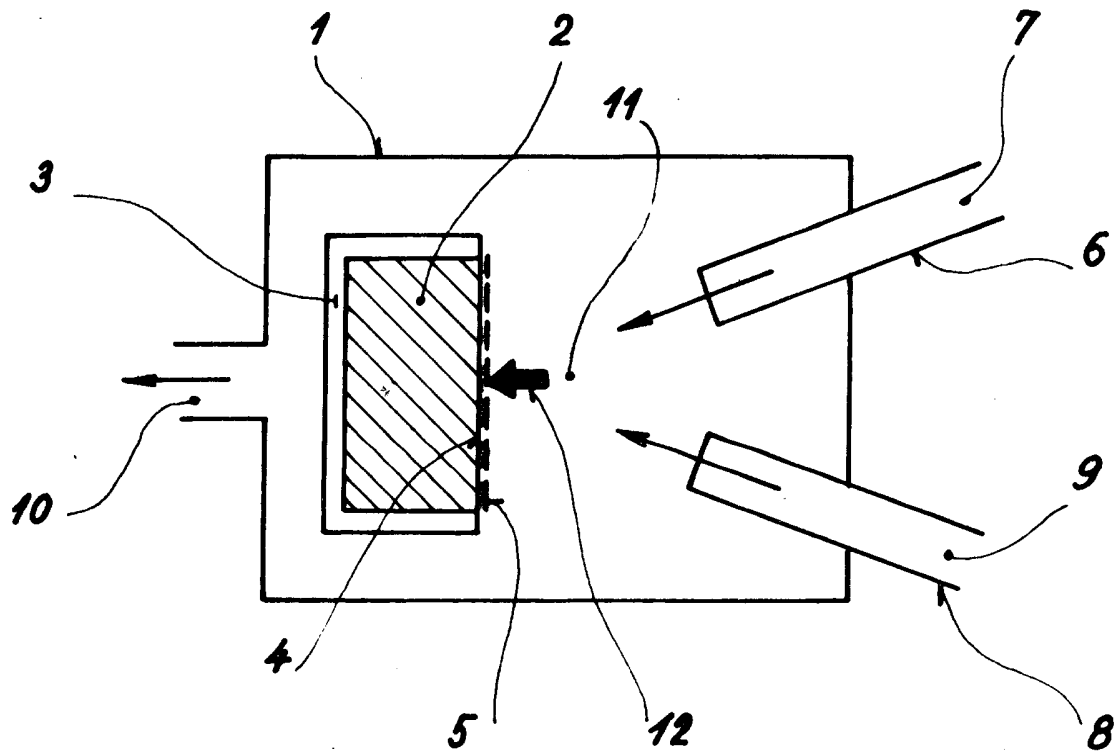
P Ř E D M Ě T V Y N Ā L E Z U

251 011

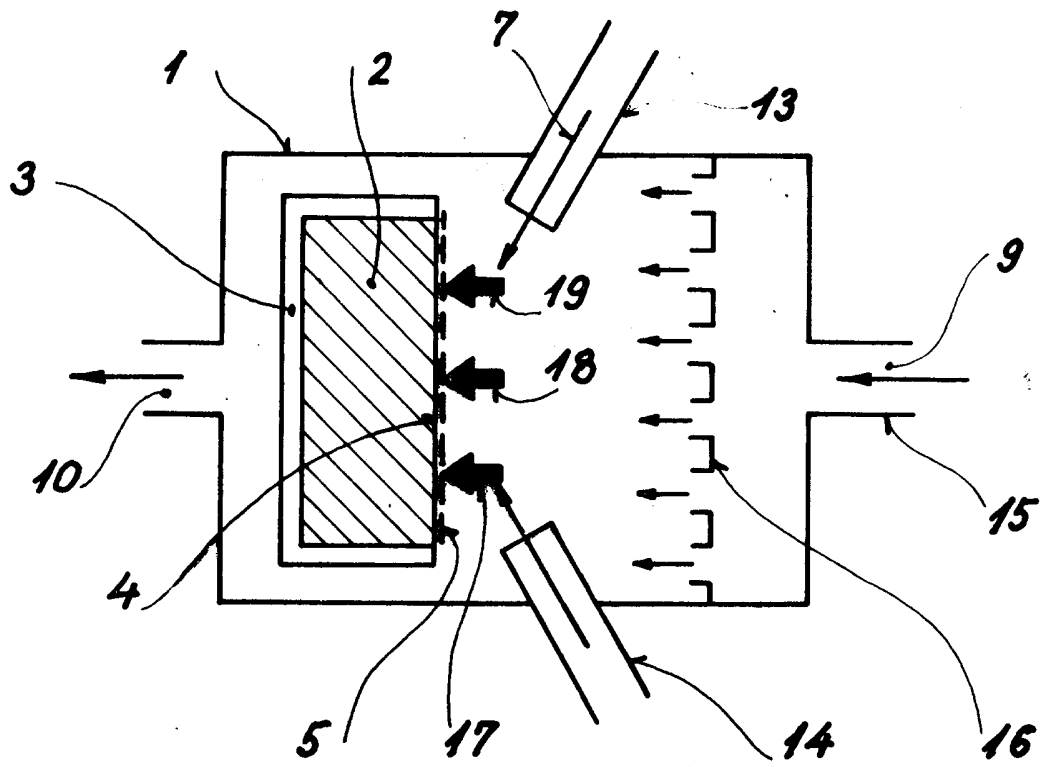
1. Způsob vytváření tenkého povlaku na povrchu tělesa plazmaticky aktivovanou chemickou reakcí z plynné fáze, vyznačený tím, že se do odčerpávané reakční nádoby, v níž se umístí povlakované těleso upevněné v držáku s nastavitelnou teplotou, zavádí jednak neaktivovaný reakční plyn, jednak plazmaticky aktivovaný reakční plyn, přičemž přívod alespoň jednoho z obou reakčních plynů se směřuje proti povlakované části povrchu tělesa, před níž se oba reakční plyny setkávají, načež se výsledný tok produktu plazmaticky aktivované chemické reakce z plynné fáze směřuje na povlakovanou část povrchu tělesa za trvalého čerpání reakční nádoby.
2. Zařízení pro provádění způsobu podle bodu 1, vytvořené z reakční nádoby, v níž je umístěno povlakované těleso, upevněné tepelně vodivě v držáku s nastavitelnou teplotou, a jež je opatřena čerpacím výstupem, vyznačené tím, že napouštěcí systém /7,8; 13,14; 22,23; 30,31; 34,35/ pro vytvoření plazmaticky aktivované chemické reakce je umístěn před částí povrchu /4,26/ tělesa /2; 20,27,36/ určenou k vytvoření povlaku /5/ a čerpací výstup /10/ je umístěn ve směru toku /12; 17,18,19; 25; 33; 40/ produktu plazmaticky aktivované chemické reakce za povlakovaným tělesem /2; 20; 27; 36/.
3. Zařízení podle bodu 2, vyznačené tím, že napouštěcí systém pro vytvoření plazmaticky aktivované chemické reakce sestává jednak z alespoň jednoho přívodu /6/ neaktivovaného reakčního plynu /7/, jednak z alespoň jednoho přívodu /8/ plazmaticky aktivovaného reakčního plynu /9/, přičemž ústí alespoň jednoho z přívodů /6,8/ obou reakčních plynů /7,9/ je umístěno proti části /4/ povrchu tělesa /2/ určené k vytvoření povlaku /5/ a průsečík os přívodů /6,8/ reakčních plynů je před touto částí /4/ povrchu tělesa /2/.
4. Zařízení podle bodu 2, vyznačené tím, že napouštěcí systém pro vytvoření plazmaticky aktivované chemické reakce sestává z alespoň dvou přívodů /13,14/ prvního z obou reakčních ply-

nů, dále z alespoň dvou přívodů druhého z obou reakčních plynů a/nebo přívod /15/ druhého z obou reakčních plynů je opatřen rozptylovací koncovkou /16/ vytvořenou soustavou trysek, a/nebo porézní přepážkou, přičemž ústí alespoň dvou přívodů /13,14/ a ústí rozptylovací koncovky /16/ jsou umístěna proti části /4/ povrchu tělesa /2/ určené k vytvoření povlaku /5/ a průsečík os alespoň dvou přívodů /13,14/ prvního z obou reakčních plynů /7/ je před touto částí /4/ povrchu tělesa /2/.

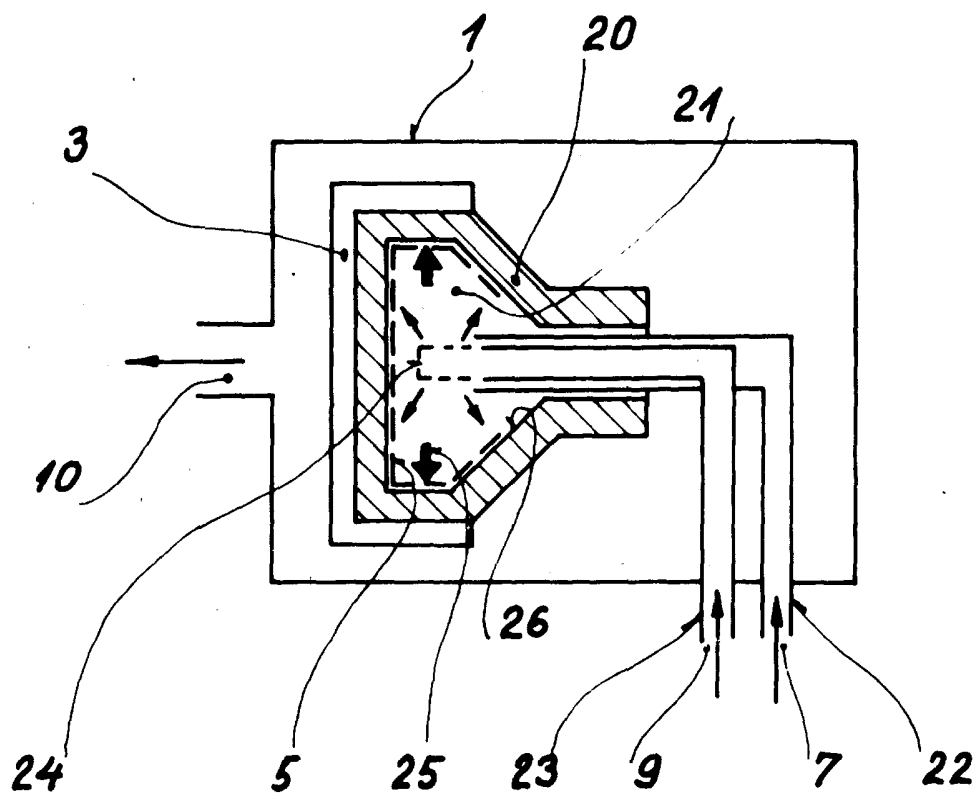
5. Zařízení podle bodu 2, vyznačené tím, že napouštěcí systém pro vytvoření plazmaticky aktivované chemické reakce sestává ze dvou souosých přívodů /22, 23/ reakčních plynů /7, 9/, jejichž ústí jsou uvnitř tělesa /20/ v alespoň jeho jedné dutině /21/ určené k vytvoření povlaku /5/, přičemž první z obou přívodů /22, 23/ reakčních plynů /7, 9/ je určen pro plazmaticky aktivovaný reakční plyn /9/ a je opatřen alespoň jedním rozptylovačem /24, 32/, sestávajícím z radiálně a axiálně uspořádaných trysek, zatímco druhý z obou přívodů /22, 23/ reakčních plynů /7, 9/ je určen pro neaktivovaný reakční plyn /7/.
6. Zařízení podle bodu 2, vyznačené tím, že napouštěcí systém pro vytvoření plazmaticky aktivované chemické reakce sestává jednak z alespoň jednoho přívodu /34/ neaktivovaného reakčního plynu /7/, jednak z alespoň jednoho přívodu /35/ plazmaticky aktivovaného reakčního plynu /9/, přičemž ústí obou přívodů /34, 35/ reakčních plynů /7, 9/ jsou umístěna proti části povrchu tělesa ve tvaru fólie /36/, vedené z odvíjecího válce /37/ přes přítlačný vodící válec /39/ s nastavitelnou teplotou k navíjecímu válci /38/ a přívody /34, 35/ obou reakčních plynů /7, 9/ mají průřez, jehož rozměr ve směru kolmém ke směru pohybu fólie /36/ je roven alespoň její šířce a čerpací výstup /10/ je umístěn ve směru výsledného toku /40/ produktu reakce pod přítlačným válcem /39/ s nastavitelnou teplotou.



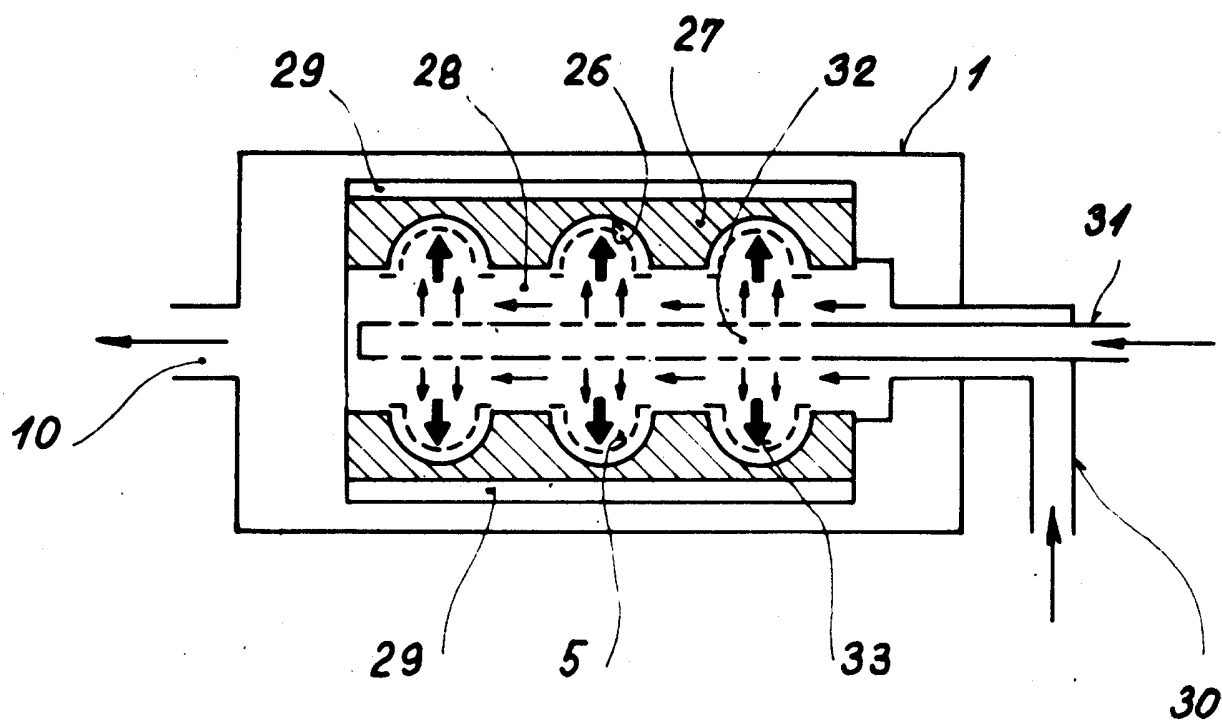
Obr. 1



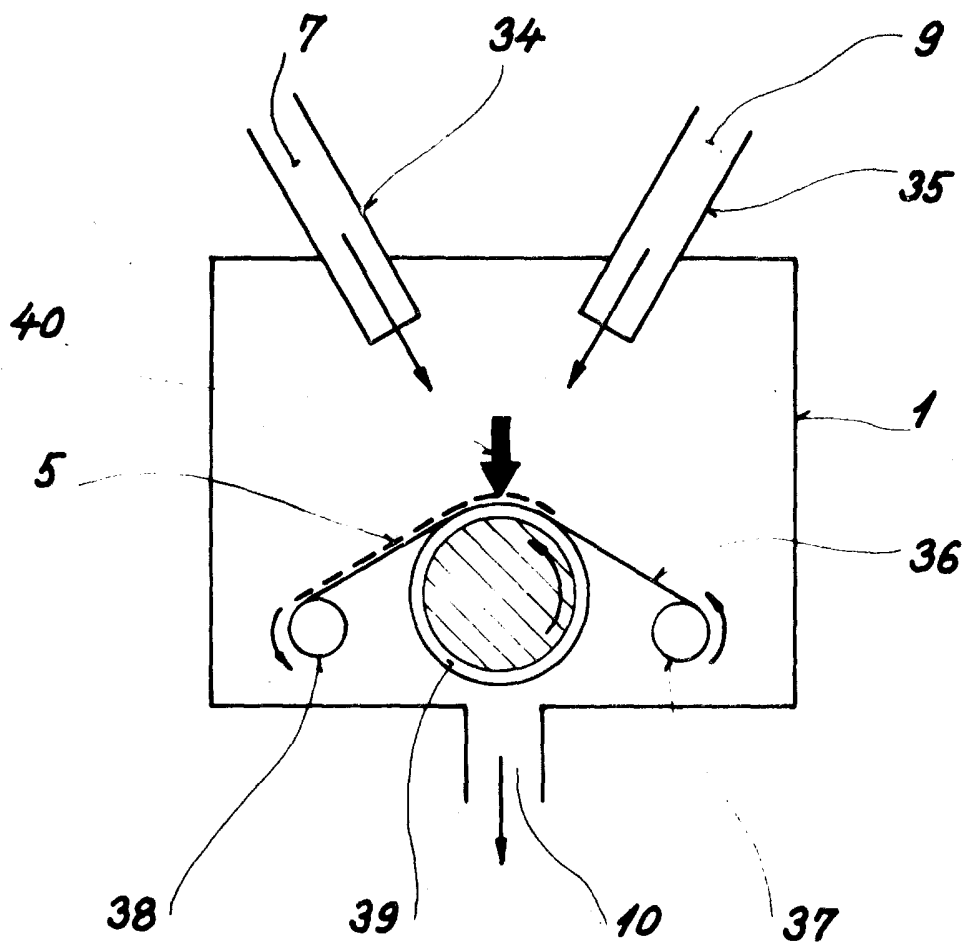
Obr. 2



Obr. 3



Обр. 4



Obr. 5