



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

259071

(11) B₁

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 29 12 85
(21) PV 10102-85.J

(51) Int. Cl.⁴
H 05 H 1/00,
B 01 J 19/00

(40) Zveřejněno 15 02 88
(45) Vydáno 24.02.89

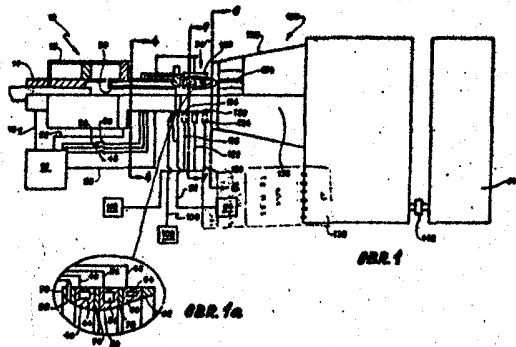
(75)
Autor vynálezu

ZVĚŘINA KAREL ing., PRAHA (CS),
RHOADS DEAN D., NORTH PALM BEACH,
SCHNACKEL JAY F., PLYMOUTH JSA),
TLUČHOŘ ZDENĚK RNDr. GSc.,
SZABO JOSEF, ing.,
KROUPA PETR ing., PRAHA (CS)

(54)

Způsob zpracování plynných kapalných nebo práškových tuhých látek
v proudu plazmatu a zařízení k provádění tohoto způsobu

Při tepelném zpracování plynných, kapalných a práškových tuhých látek v proudu nízkoteplotního plazmatu se řeší problém intenzifikace procesu zvyšování teplot a hustoty elektricky nabitých částic v proudu plazmatu, obsahující zpracovávanou látku. Podstata způsobu spočívá v tom, že se zpracovávaná látka nebo látky vnáší samostatně nebo v předem připravené směsi do proudu nízkoteplotního plazmatu, proud plazmatu obsahující zpracovávanou látku nebo látky se zahřívá na teploty 6 000 až 60 000 K a komprimuje na hustoty elektricky nabitých částic 10^{20} až 10^{24} m^{-3} , načež se výsledný produkt nebo produkty oddělují a ochlazují na teploty nižší než 2 300 K. Podstata zařízení spočívá v tom, že zařízení je tvořeno průchozí reakční komorou, plazmovým generátorem a ochladicím a oddělovacím prostorem. Reakční komora je opatřena prostředky pro ohřev plazmatu a mezi plazmovým generátorem a reakční zónou reakční komory je uspořádán nejméně jeden přívod zpracovávané látky.



Vynález se týká způsobu zpracovávání látek v proudu plazmatu a zařízení k provádění tohoto způsobu.

Využití specifických vlastností čtvrtého skupenství hmoty, plazmatu, je jednou z perspektivních cest zpracovávání materiálů. Pod pojmem plazmatu rozumíme elektricky vodivý kvazineutrální plyn sestávající z neutrální^{xy} a elektricky nabitých částic. Pro provádění fyzikálních postupů zpracovávání materiálu, zejména jeho ohřevu, tavení nebo zplynování, nebo provádění chemických reakcí, zejména chemické syntézy nebo rozkladu sloučenin, se vesměs používá nízkoteplotního plazmatu, tj. plazmatu o teplotách cca 5 000 až 65 000 K. Vysokých teplot plazmatu, několikanásobně převyšujících body varu známých prvků a sloučenin, se využívá jak pro ohřev zpracovávané látky, tak pro zvýšení její reaktivity a provádění chemických reakcí v plynném stavu.

Většinu rozšíření popisovaných postupů je na závalu především jejich značná energetická náročnost, negativně ovlivňovaná zejména nedostatkem vhodných zdrojů plazmatu a v neposlední řadě i nedostatečným využitím parametrů plazmatu v současných zařízeních.

Jako zdroje plazmatu se v současné době vesměs používají obloukové nebo vysokofrekvenční plazmové generátory, využívající jako stabilizačního média plynu. Tyto generátory jsou k dispozici ve velkém výkonovém rozpětí cca od jednotek do stovek kW, produkují však plazma o relativně nižších teplotách a hustotách, což má negativní vliv na proveditelnost, rychlost a zejména pak efektivnost chemických reakcí a u menších jednotek i možnost tavení vysoce žáruvzdorných materiálů. Pro ohřev a urychlování větších množství plynů se využívá elektrického obloukového výboje, dosahované teploty jsou však vesměs nižší než

8 000 K a elektrické vodivosti plynů se dosahuje přidavkem vhodných elektricky vodivých přísad, zejména na bázi draslíku. Konečně se používají i kapalinou stabilizované plazmové generátory, produkující plazma o vyšších teplotách a zejména vyšších hustotách než plynem stabilizované plazmové generátory. I tyto generátory však jsou, zejména vzhledem k tomu, že jsou k dispozici především v oblasti středních výkonů, vhodnější pro fyzikální postupy zpracovávání práškových materiálů, než pro provádění chemických reakcí. Jejich značnou výhodou naproti tomu je širší možnost zapojení jednotlivých komponent stabilizačního média do probíhajících chemických reakcí. U všech popisovaných zdrojů plazmatu jsou však dosahované teploty a zejména hustoty plazmatu limitovány přímo jejich koncepcí a s ohledem na udržení přijatelné životnosti generátorů je nelze podstatně zvyšovat.

Konstrukce současných plazmových reaktorů, určených pro zpracovávání materiálů, jsou vesměs založeny pouze na využití tepelných parametrů plazmatu, zejména jeho zaváděním do tepelně izolovaného prostoru, resp. jeho zpomalením řízenou expanzí, což omezuje možnosti aplikací zejména u energeticky náročných endotermních reakcí.

Nevýhody známých způsobů zpracovávání látek pomocí nízkoteplotního plazmatu, zejména tavení a zplynování vysoce žáruvzdorných látek, chemické syntézy endotermních sloučenin, syntézy plyných fází vysoce žáruvzdorných látek a štěpení termicky stálých látek, odstraňuje způsob podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že se zpracovávaná látka nebo látky mísí samostatně nebo v předem připravené směsi do proudu nízkoteplotního plazmatu, proud plazmatu obsahující zpracovávanou látku nebo látky se zahřívá na teploty 6 000 až 60 000 K a komprimuje na hustoty elektricky nabitých částic 10^{20} až 10^{24} m^{-3} , načež se po proběhnutí příslušných fyzikálních a/nebo chemických procesů výsledný produkt nebo produkty odděluje a ochlazuje na teploty nižší než 2 300 K. Proud plazmatu obsahující zpracovávanou látku se může zahřívát na teploty 10 000 K až 50 000 K během 0,001 až 0,1 sec., výsledný produkt nebo produkty se mohou ochlazovat na teplotu nižší než 2 300 K během 0,05 až 1 sec., proud plazmatu se může zahřívát ohmickým ohřevem elektrickým výbojem, adiabatickou

kompresi mechanickým škrcením a působením magnetického pole, nebo vysokofrekvenčním ohřevem iontovou rezonancí. Proud plazmatu se může komprimovat průchodem tepelně izolovanou tryskou, působením magnetického pole, nebo tangenciálním prouděním přidavného plynného média. Elektrický výboj se může uzavírat mezi nejméně jednou kontaktní elektrodou uspořádanou ve styku s proudem plazmatu a jednou z elektrod obloukového plazmového generátoru nebo další kontaktní elektrodou uspořádanou ve styku s proudem plazmatu, do zahřátého a komprimovaného proudu plazmatu se může přivádět nejméně jedna přidavná reakční složka, velikost reakční zony zahřátého a komprimovaného proudu plazmatu se může regulovat změnou množství přivedené energie a plazma může být generováno z jedné nebo více kapalin.

Nevýhody známých zařízení pro zpracovávání látek pomocí nízkoteplotního plazmatu odstraňuje zařízení podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že je tvořeno průchozí reakční komorou se vstupem připojeným k plazmovému generátoru a výstupem připojeným k chladicímu a oddělovacímu prostoru, přičemž reakční komora je opatřena prostředky pro ohřev plazmatu a mezi plazmovým generátorem a reakční komorou je uspořádán nejméně jeden přívod zpracovávané látky. Reakční komora může být vytvořena jako tryska ze žáruvzdorného, tepelně izolačního materiálu, mezi plazmovým generátorem a reakční komorou může být uspořádán nejméně jeden tangenciální přívod plynného média a chladicí a oddělovací prostor může sestávat z průchozího žebrovaného chladiče, separátoru a kolektoru. Reakční komora může být opatřena nejméně jednou kontaktní elektrodou uspořádanou ve styku s proudem plazmatu a připojenou k jednomu pólu elektrického zdroje, jehož druhý pól může být spojen s jednou z elektrod obloukového plazmového generátoru, nebo s další kontaktní elektrodou, uspořádanou ve styku s proudem plazmatu. Reakční komora může být opatřena magnetickou cívkou připojenou k elektrickému zdroji plazmového generátoru, nebo vinutím připojeným ke zdroji vysokofrekvenčního proudu. Reakční komora může být přes chladicí a oddělovací prostor připojena k podtlakovému zásobníku.

Způsob zpracovávání látek v proudu plazmatu a zařízení k provádění tohoto způsobu podle vynálezu účelně využívají přídavného ohřevu a komprese reagující složky nebo složek a zejména při použití kapalinou stabilizovaného plazmového generátoru značně rozšiřují aplikační možnosti v oblasti plazmového zpracovávání pevných, kapalných i plyných látek, především při štěpení chemicky stálých látek při zneškodňování nebezpečných odpadů, nebo chemické syntéze.

Příklad provedení zařízení podle vynálezu je znázorněn na přiložených vyobrazeních, kde obr. 1 představuje boční pohled na plazmový reaktor v částečném řezu, obr. 1a podélný řez částí reakční komory, obr. 2 podélný řez reakční komorou s naznačenými polohami proudu plazmatu, obr. 3 podélný řez reakční komorou s přídavným přívodem reakční složky, obr. 4 příčný řez plazmovým generátorem podle obr. 1 v rovině 4 - 4, obr. 5 příčný řez reakční komorou podle obr. 3 v rovině 5 - 5, obr. 6 příčný řez chladicím oddělovacím prostorem podle obr. 1 v rovině 6 - 6 a obr. 7 příčný řez reakční komorou podle obr. 1 v rovině 7 - 7, přičemž vyobrazení vynález nijak neomezuji.

Jak je patrné z obr. 1, zařízení podle vynálezu obsahuje plazmový generátor 10 sestávající z tělesa 12, katody 14, připojené k elektrickému zdroji 16 konektorem 18 a anody 20, připojené k elektrickému zdroji 16 konektorem 22. Zařízení dále obsahuje vlastní plazmový reaktor 30, obsahující průchozí reakční komoru 32 se vstupem 34 a výstupem 36, ohraničující reakční zónu 38.

Jak je patrné z obr. 1 a obr. 2, reakční komora 32 obsahuje přední elektrodu 40, mající tvarovaný povrch 42, pod níž je uspořádána chladicí komora 44. Přední elektroda 40 je připojena vodičem 46 přes spínač 48 ke zdroji 16 elektrického proudu. Reakční komora 32 dále obsahuje střední elektrodu 50, uspořádanou ve směru proudění plazmatu za prstencovou přední elektrodou 40. Střední elektroda 50 má prstencový tvarovaný povrch 52, pod níž je vytvořena chladicí komora 54.

Střední elektroda 50 je elektricky připojena vodičem 56 přes spínač 58 ke zdroji 16 elektrického proudu. Za střední prstencovou elektrodou 50 je ve směru proudění plazmatu umístěna prstencová zadní elektroda 60, s chladicí komorou 64 uspořádanou pod tvarovaným povrchem 62, elektricky spojená se zdrojem 16 elektrického proudu přes spínač 68 vodiče 66. Chladicí komory 44, 54 a 64 jsou napojeny na neznázorněný okruh chladicí kapaliny.

Reaktorová komora 32 dále obsahuje prstencový přední izolátor 70 s tvarovaným povrchem 72 a první střední izolátor 74, mající válcový povrch 76. Jak je zřejmé z obr. 2 a obr. 3, přední izolátor 70 a první střední izolátor 74 jsou uspořádány po stranách přední elektrody 40. Reaktorová komora 32 dále obsahuje druhý střední izolátor 78, mající tvarovaný povrch 80. Střední elektroda 50 je uložena mezi prvním středním izolátorem 74 a druhým středním izolátorem 78. Reakční komora 32 dále obsahuje prstencový zadní izolátor 82, mající tvarovaný povrch 84. Zadní elektroda 60 je uspořádána mezi druhým středním izolátorem 70 a zadním izolátorem 82.

V provedení podle obr. 1 a obr. 3 reakční komora 32 obsahuje dvojici radiálních vstupních otvorů 90, uspořádaných v tvarovaném povrchu 72 předního izolátoru 70. Vstupní otvory 90 jsou připojeny vedeními 92 ke zdroji materiálu 94. V sousedství vstupu 34 reakční komory 32 je uspořádán tangenciální vstup 98, připojený vedením 100 ke zdroji 102 plynu.

Z obr. 1 a obr. 7 je zřejmé uspořádání vinutí elektrických cívek. Na horní straně reakční komory 32 je uspořádána cívka 108, připojená ke zdroji 16 elektrického proudu přes konektor 110. Kolem reakční komory 32 jsou dále uspořádány vysokofrekvenční cívky, a sice přední cívka 114, připojená vedením 116 ke zdroji 118 střídavého proudu, střední cívka 120, připojená ke zdroji 118 střídavého proudu vedením 122 a zadní cívka 124, připojená ke zdroji 118 střídavého proudu vedením 126. Cívky jsou uspořádány v blízkosti reakční zóny 38 tak, aby jejich magnetické pole působilo na nabitě částice v proudu plazmatu. Každá z cívek 114, 120 a 124 může být napájena nezávisle.

Zařízení podle vynálezu dále obsahuje chladicí oddělovací prostor 130, sestávající ze skříně 132 a chladičem 134 a separátoru 136. Separátor 136 je připojen ke kolektoru 138, připojenému k podtlakovému zásobníku 134 přes ventil 142.

Zařízení umožňuje regulovat rozměry a teploty proudu plazmatu a hustotu elektricky nabitých částic v plazmatu. Může používat jak plynem stabilizované, tak kapalinou stabilizované plazma.

Alternativním zapojováním přední elektrody 40, střední elektrody 50 a zadní elektrody 60, respektive napájením cívek 108, 114, 120 a 124 je možno regulovat proud plazmatu a kromě jiného ovládat i jeho rozměry tak, jak je to naznačeno na obr. 2, čárkovanými konturami P, P' a P''. Kromě délky proudu plazmatu je možno samozřejmě ovlivňovat i průběh teplot, hustot a rychlostí, v souladu s potřebami jednotlivých reakcí. Vhodné tvarování reakční zóny 38, mající v podstatě tvar Venturiho trubice, tangenciální proudění plynu přiváděného tangenciálními otvory 98 do reakční zóny 38 a řízené chlazení a separace produktů dává možnost v širokém rozsahu měnit provozní parametry zařízení v souladu se specifickými požadavky jednotlivých reakcí.

Podatata vynálezu je blíže vysvětlena v následujících příkladech, tyto však vynález nijak neomezují.

Příklad 1

Rozklad fosforečnanu vápenatého.

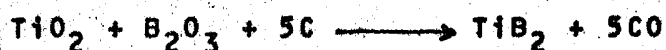
Do plazmového reaktoru se přivádí plazma generované v obloukovém plazmovém generátoru z vody /H₂O/. Před vstupem do reakční zóny reaktoru se do plazmatu pomocí proudu vzduchu vnáší práškový fosforečnan vápenatý Ca₃/PO₄/₂ o rozměru zrn 20 až 80 μm, uvádí se do reaktivního stavu a v reakční zóně se rozkládá na oxid vápenatý a oxid fosforečný podle rovnice



Příklad 2

Syntéza boridu titanu.

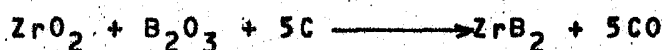
Do plazmového reaktoru se přivádí plazma generované v obloukovém plazmovém generátoru s grafitovou spotřebitelnou katodou. Plazma je generováno z vinylbenzenu $/C_6H_5 \cdot CH \cdot CH_2/$. Před vstupem do reakční zóny reaktoru se do plazmatu vnáší jako hlavní reagující složka pomocí proudu dusiku práškový oxid boritý $/B_2O_3/$ o rozměru zrn menším než $10 \mu m$. V reakční zóně se pak do plazmatu obsahujícího částice oxidu titaničitého a oxidu boritého uvedené do reaktivního stavu vnáší acetylen $/C_2H_4/$ a v difuzním elektrickém výboji se zde syntetizuje borid titanu $/TiB_2/$ podle rovnice



Příklad 3

Syntéza boridu zirkonu.

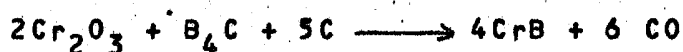
Postupem podle příkladu 2 se z práškového oxidu zirkoničitého $/ZrO_2/$ a oxidu boritého $/B_2O_3/$ syntetizuje borid zirkonu $/ZrB_2/$ podle rovnice



Příklad 4

Syntéza boridu chromu.

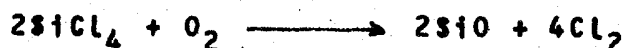
Do plazmového reaktoru se přivádí plazma generované v obloukovém plazmovém generátoru se spotřebitelnou grafitovou katodou. Plazma je generováno z ethylalkoholu $/CH_3 \cdot CH_2 \cdot OH/$. Před vstupem do reakční zóny se do proudu plazmatu vnáší směs navzájem žárově fixovaných zrn oxidu chromitého $/Cr_2O_3/$ a karbidu boru $/B_4C/$ o rozměru zrn 2 až $10 \mu m$. V reakční zóně se z reagujících složek a uhlík obsahujícího plazmatu syntetizuje borid chromu $/CrB/$ podle rovnice



Příklad 5

Příprava oxidu křemnatého.

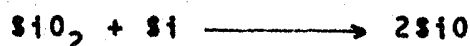
Do plazmového reaktoru se přivádí plazma generované z chloridu křemičitého SiCl_4 . V reakční zóně kde se do proudu plazmatu přisává vzdušný kyslík, probíhá rozklad chloridu křemičitého na oxid křemnatý podle rovnice



Příklad 6

Příprava oxidu křemnatého.

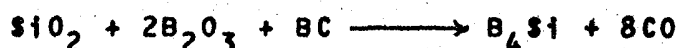
Do plazmového reaktoru se přivádí plazma generované z chloridu křemičitého SiCl_4 . V reakční zóně se do proudu plazmatu přivádí práškový oxid křemičitý SiO_2 o rozměru zrn menším než $10\text{ }\mu\text{m}$ a dochází zde k jeho redukci podle rovnice



Příklad 7

Syntéza boridu křemíku.

Do plazmového reaktoru se přivádí proud plazmatu generovaný v obloukovém plazmovém generátoru s grafitovou katodou. Plazma je generováno z vinylbenzenu $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH=CH}_2$. Do reakční zóny generátoru se přivádí homogenizovaná, žárově fixovaná směs práškového oxidu křemičitého a oxidu boritého o rozměru zrn 5 až $10\text{ }\mu\text{m}$, z níž se v proudu plazmatu intenzifikovaném difuzním elektrickým výbojem syntetizuje borid křemíku podle rovnice



Příklad 8

Syntéza boridu wolframu.

Do plazmového reaktoru se přivádí proud plazmatu generovaný z vinylbenzenu $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH=CH}_2$, do něhož se na vstupu do reakční zóny vnáší jednak práškový oxid wolframový WO_3 o rozměru zrn 1 až $3\text{ }\mu\text{m}$, jednak karbid boru B_4C o rozměru zrn 2 až $5\text{ }\mu\text{m}$. V reakční zóně se z výchozích práškových materiálů

a z uhlíkových iontů plazmatu syntetizuje borid wolframu podle rovnice



Příklad 9

Příprava nitridu titanu.

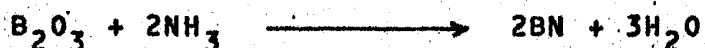
Do plazmového reaktoru se přivádí proud plazmatu generovaný z toluidinu $\text{C}_6\text{H}_4\cdot\text{CH}_3\cdot\text{NH}_2$ /. Do reakční zóny reaktoru se přivádí chlorid titaničitý TiCl_4 /, reagující spolu s vodíkovými a dusíkovými ionty plazmatu na nitrid titanu podle rovnice



Příklad 10

Syntéza nitridu bóru.

Do plazmového reaktoru se přivádí plazma generované v obloukovém plazmovém generátoru z amoniaku NH_3 /. Před vstupem do reakční zóny reaktoru se do plazmatu pomocí proudu dusíku N_2 / vnáší práškový oxid boritý B_2O_3 / o rozměru zrn 5 až 10 μm a v reakční zóně se z výchozích složek za spolupůsobení difuzního elektrického výboje syntetizuje nitrid bóru BN / podle rovnice



Příklad 11

Zneškodňování oxidu siřičitého.

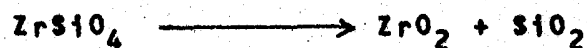
Do plazmového reaktoru se přivádí proud plazmatu, do něhož se před vstupem do reaktoru vnáší zplodiny hoření obsahující oxid siřičitý SO_2 /. Do reaktoru se přivádí jemná disperze uhličitanu draselného K_2CO_3 /, reagující s oxidem siřičitým na siřičitan draselný a oxid uhličitý podle rovnice



Příklad 12

Sferoidizace křemičitanu zirkoničitého.

Před vstupem do plazmového reaktoru se do proudu nízkoteplotního plazmatu o teplotě cca 15 000 K vnáší práškový křemičitan zirkoničitý o rozměru zrn 40 až 60 μm . V reaktoru se zrna křemičitanu zirkoničitého v důsledku zvýšení teploty plazmatu difuzním elektrickým výbojem na cca 25 000 K taví a po ochlazení vodní clonou za podmínek volného pádu tuhnou ve tvaru sferoidů, obsahujících krystaly dendritického zirkonia zapuštěné do amorfního oxidu křemičitého. Rozklad probíhá podle rovnice



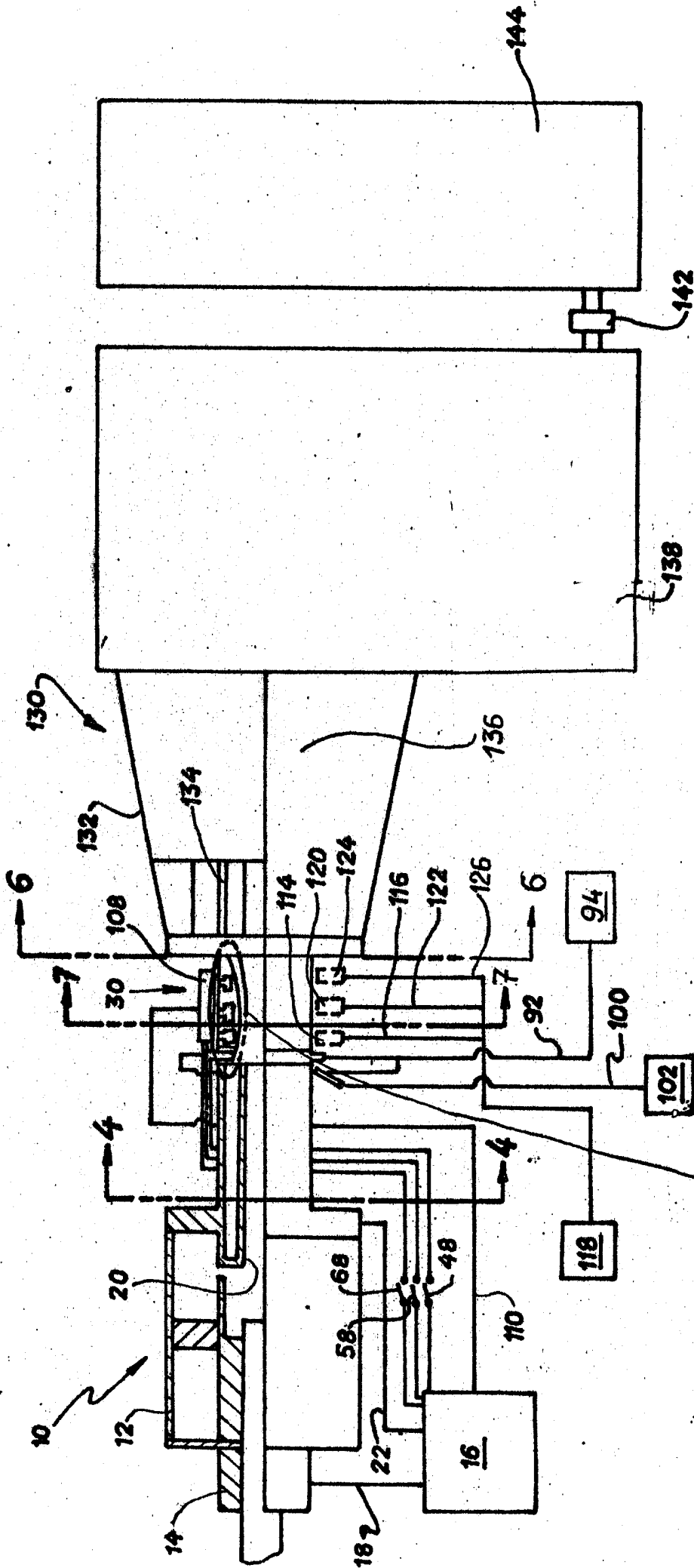
Způsob a zařízení podle vynálezu je možno využít jak pro ohřev plynů na vysoké teploty, tak pro tavení práškových materiálů, provádění plazmochemických syntéz i pro rozklady a zneškodňování nebezpečných odpadů ve formě plynů, kapalin i pevných látek.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob zpracovávání plynných, kapalných nebo práškových tuhých látek v proudu plazmatu, vyznačený tím, že se zpracovávaná látka nebo látky vnášejí samostatně nebo v předem připravené směsi do proudu nízkoteplotního plazmatu, proud plazmatu obsahující zpracovávanou látku nebo látky se zahřívá na teploty 6 000 až 60 000 K a komprimuje na hustoty elektricky nabitých částic 10^{20} až 10^{24} m^{-3} , načež se po proběhnutí příslušných fyzikálních a/nebo chemických procesů výsledný produkt odděluje a ochlazuje na teploty nižší než 2 300 K.
2. Způsob zpracovávání látek v proudu plazmatu podle bodu 1., vyznačený tím, že se proud plazmatu zahřívá na teploty 10 000 až 50 000 K během 0,001 až 0,1 s.
3. Způsob zpracovávání látek v proudu plazmatu podle bodu 1., vyznačený tím, že se výsledný produkt nebo produkty ochlazují na teplotu nižší než 2 300 K během 0,05 až 1 s.
4. Způsob zpracovávání látek v proudu plazmatu podle bodu 1., vyznačený tím, že se velikost reakční zóny zahřátého a komprimovaného proudu plazmatu reguluje změnou množství přivedené energie.
5. Způsob zpracovávání látek v proudu plazmatu podle bodu 1., vyznačený tím, že se do zahřátého a komprimovaného proudu plazmatu přivádí nejméně jedna přidavná reakční složka.
6. Zařízení k provádění způsobu podle bodu 1., vyznačené tím, že je tvořeno průchozí reakční komorou /32/ se vstupem /34/ připojeným k plazmovému generátoru /10/ a výstupem /36/ připojeným k chladicímu a oddělovacímu prostoru /130/.

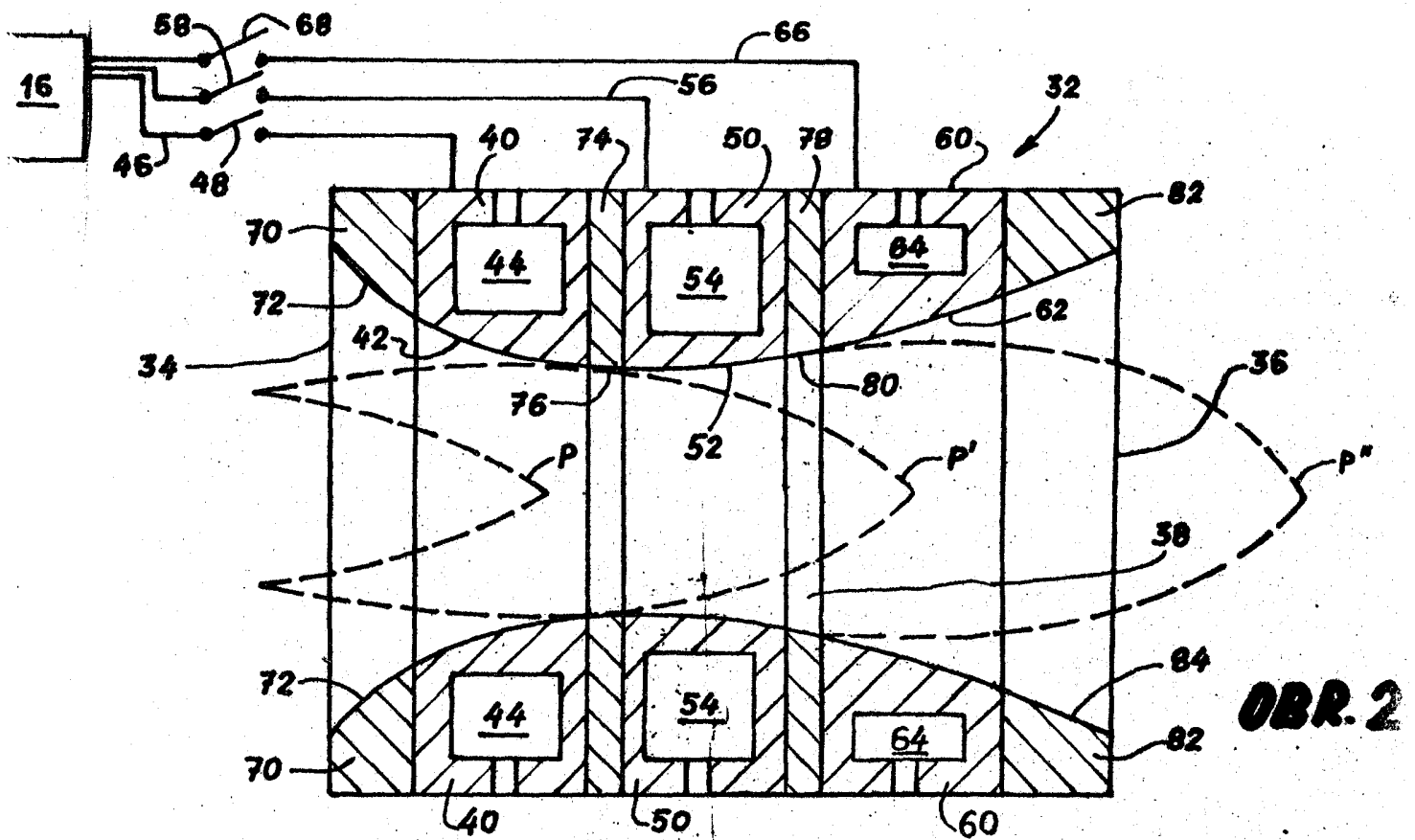
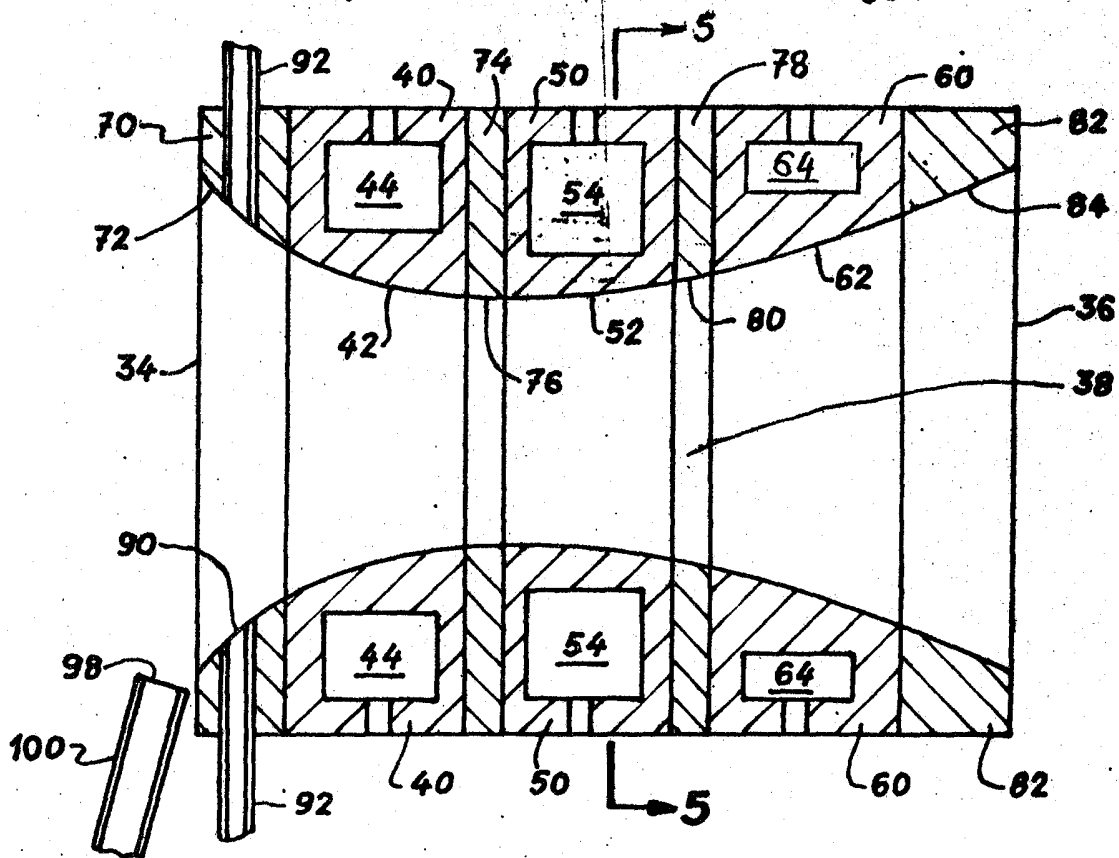
příčemž reakční komora /32/ je opatřena prostředky pro ohřev plazmatu a mezi plazmovým generátorem /10/ a reakční zónou /38/ reakční komory /32/ je uspořádán nejméně jeden přívod /90/ zpracovávané látky.

7. Zařízení podle bodu 6, vyznačené tím, že prostředkem pro ohřev plazmatu je nejméně jedna kontaktní elektroda /40/, uspořádaná ve styku s proudem plazmatu a připojená k jednomu pólu zdroje /16/ elektrického proudu, jehož druhý pól je spojen s jednou z elektrod /14,20/ obloukového plazmového generátoru /10/, nebo s další kontaktní elektrodou nebo elektrodami /50,60/, uspořádanými v reakční komoře /32/.
8. Zařízení podle bodu 6, vyznačené tím, že prostředkem pro ohřev plazmatu je magnetická cívka /108/, připojená k elektrickému zdroji /16/ plazmového generátoru /10/.
9. Zařízení podle bodu 6, vyznačené tím, že prostředkem pro ohřev plazmatu je vinutí /114,120,124/, připojené ke zdroji vysokofrekvenčního napětí.
10. Zařízení podle bodu 6, vyznačené tím, že reakční komora /32/ je vytvořena jako tryska ze žáruvzdorného, tepelně izolačního materiálu.
11. Zařízení podle bodu 6, vyznačené tím, že mezi plazmovým generátorem /10/ a reakční komorou /32/ je uspořádán nejméně jeden tangenciální přívod /98/ plynného média.
12. Zařízení podle bodu 6, vyznačené tím, že chladicí a oddělovací prostor /130/ sestává z průchozího chladiče /134/, separátoru /136/ a kolektoru /138/.
13. Zařízení podle bodu 6, vyznačené tím, že reakční komora /32/ je přes chladicí a oddělovací prostor /130/ připojena k podtlakovému zásobníku /144/.

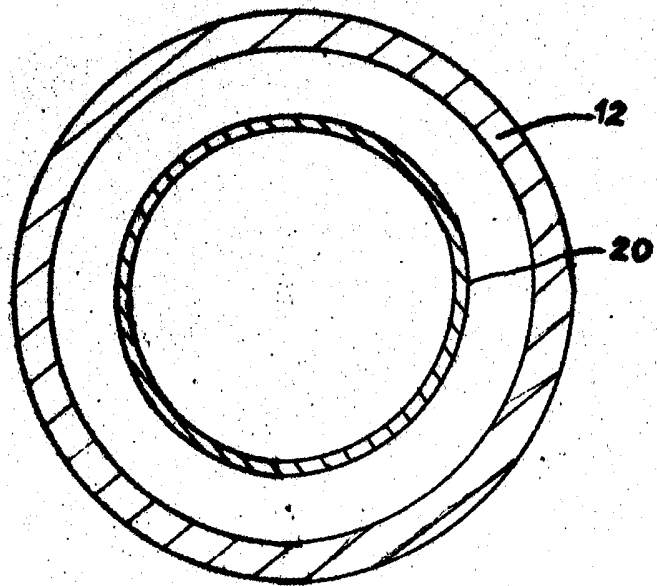


OBR. 1

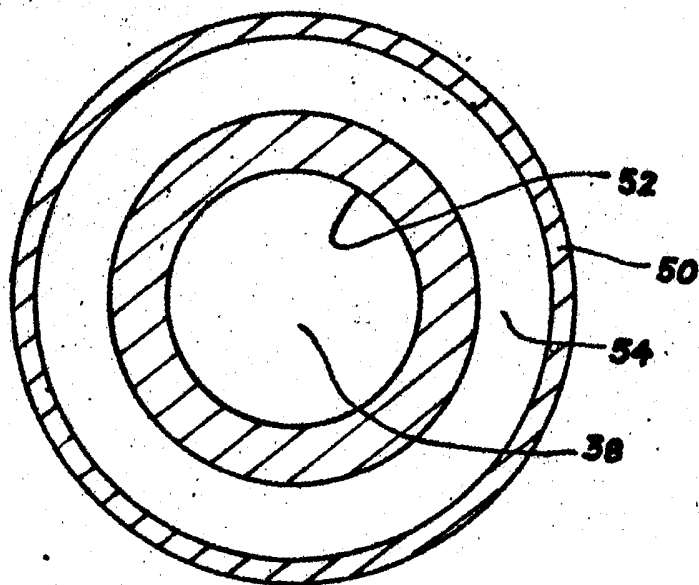
OBR. 1a

**OBR. 2****OBR. 3**

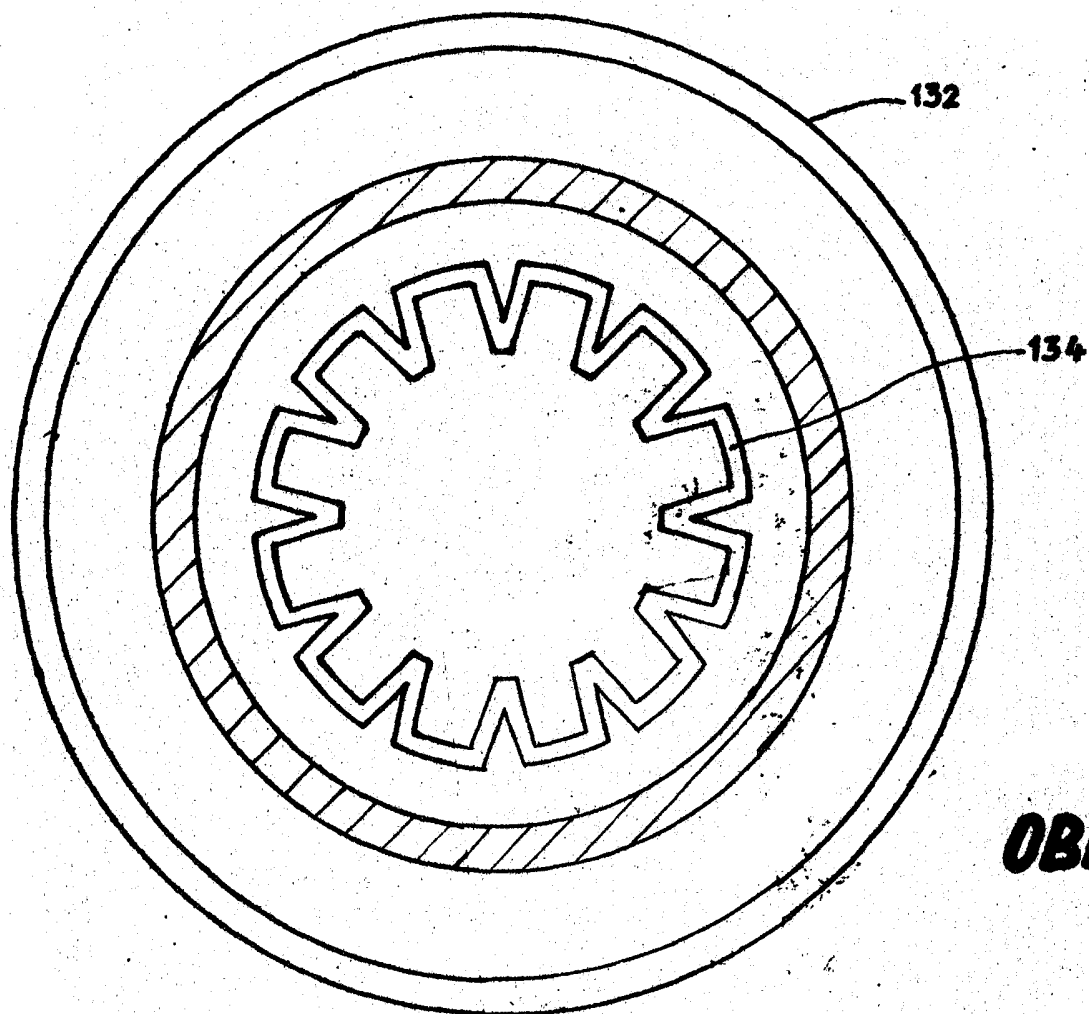
259071



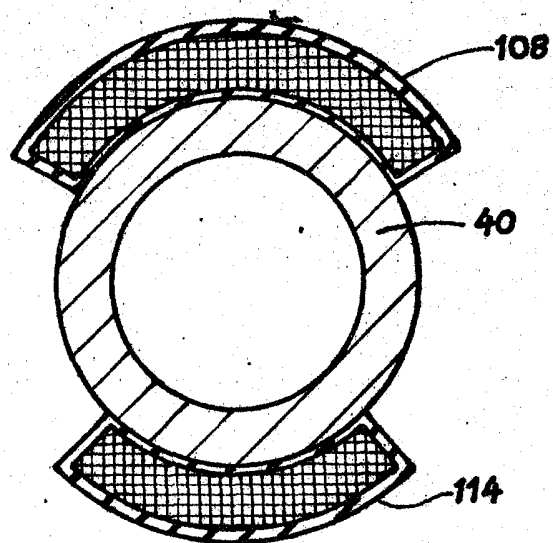
OBR. 4



OBR. 5



OBR. 6



OBR. 7