

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

2012-646

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

B22F 9/00 (2006.01)

B22F 9/02 (2006.01)

B22F 9/04 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

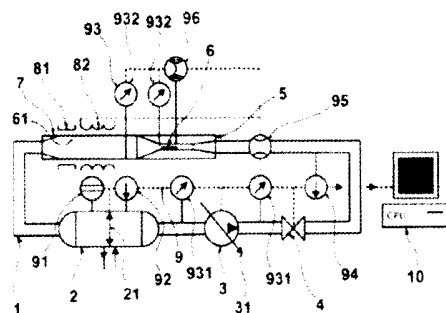
(22) Přihlášeno: **19.09.2012**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **19.02.2014**
(Věstník č. 8/2014)

(71) Přihlašovatel:
Vysoké učení technické v Brně, Brno, CZ

(72) Původce:
Čelko Ladislav Ing. Ph.D., Nesovice - Letošov, CZ
Haluza Miloslav Doc. Ing. CSc., Ivančice, CZ
Hadraba Hynek Ing. Ph.D., Brno - Líšeň, CZ
Klaskurková Lenka Ing. Ph.D., Brno - Židenice, CZ
Švejcár Jiří Prof. Ing. CSc., Brno - Štýřice, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Petr Soukup, Vídeňská 8, Olomouc, 77200



(54) Název přihlášky vynálezu:

**Způsob přípravy magneticky vodivých
prášků s využitím kavitace a zařízení k
provádění tohoto způsobu**

(57) Anotace:

Způsob přípravy magneticky vodivých prášků je založen na principu řízení proudu kapaliny v kavitační trati (1), kde v dýze (5) jsou za vzniku kavitačního mraku a imploze kavitačních bublin o intenzitě až ultrazvukové frekvence 24 kHz vyvolány pulzní tlakové vlny působící na povrch hmoty (6), čímž se uvolňují částice (61) o rozměrech v řádech jednotek mikrometrů či nanometrů. Částice (61) hmoty (6) jsou z dýzy (5) odnášeny kapalným médiem do sběrné komory (7), kde jsou zachytávány prostřednictvím magnetického členu (8). Zařízení k provádění tohoto způsobu sestává z kavitační tratě (1), v níž je pomocí spojovacího potrubí (11) zabudována nádrž (2) na kapalinu, alespoň jedno čerpadlo (3), alespoň jeden uzavírací ventil (4) a alespoň jedna kavitační dýza (5), která je tvořena konfuzorem (51), kavitační komorou (52) a difuzorem (53), přičemž kavitační komora (52) je uzpůsobená pro uložení hmoty (6). Kavitační trať (1) je pro zachycení kavitačně oddělených částic (61) hmoty (6) vybavena alespoň jednou sběrnou komorou (7), podél níž je umístěn magnetický člen (8).

Způsob přípravy magneticky vodivých prášků s využitím kavitace a zařízení k provádění tohoto způsobu

Oblast techniky

Vynález spadá do oblasti zpracování kovových materiálů a týká se způsobu přípravy magneticky vodivých prášků s mikrometrickou a nanometrickou velikostí jednotlivých částic, které jsou získávány pomocí kavitace, přičemž součástí vynálezu je i zařízení k provádění tohoto způsobu.

Dosavadní stav techniky

Současnými technologiemi užívanými pro přípravu prášků mohou být vyrobeny prášky téměř ze všech známých materiálů, avšak nejčastěji se prášky průmyslově vyrábějí z vysoce čistých kovů a slitin, jelikož kovové prášky jsou využívány zejména z pohledu jejich morfologie, velikosti a chemického složení. V současnosti jsou nejvíce využívány kovové prášky o velikostním rozsahu mikročástic a nanočástic. V případě nanoprášků jsou jednotlivé částice natolik malé, že jejich chování ovlivňují i atomové síly, vlastnosti chemických vazeb nebo kvantové jevy a nalézají tak uplatnění v mnoha různých průmyslových odvětvích, kdy jejich využívání umožňuje dosažení výsledných specifických požadavků na ně kladených.

Kovové prášky jsou obvykle připravovány buď fyzikálními metodami s mechanickým dělením kovových agregátů, nebo metodami chemickými, přičemž základní technologie pro přípravu prášků lze rozdělit do dvou základních skupin. První skupina technologií tvoří oblast přípravy jemného prášku, kdy jsou využívány metody atomizace ve vodním nebo plynném prostředí, mletí a drcení, mechanické legování či elektrolyza. Druhá skupina technologií slouží pro přípravu nanoprášku a jeho aglomerátů, kdy je využívána metoda chemického nebo elektrolytického rozkladu oxidu požadovaných kovů. Vhodnost metody pro přípravu prášků pak závisí na produkčních rychlostech, vlastnostech prášku nebo fyzikálních a chemických vlastnostech výchozích materiálů. Pomocí speciálních technologií je umožněna

příprava kovových prášků v rozsazích od nanočástic ($0,01 \cdot 0,1 \mu\text{m}$), přes ultrajemný prášek ($0,1 \cdot 1 \mu\text{m}$), až po prášek jemný ($1 \cdot 150 \mu\text{m}$).

Nejjednodušším způsobem přípravy jemného kovového prášku je metoda mechanického drcení nebo mletí, která je využívána zejména u křehkých materiálů, jako jsou cermety, tvrdé kovy a oxidy nebo materiály keramické, kdy v důsledku vysoké tvrdosti není problematické dosáhnout prášku o velikosti částic okolo $1 \mu\text{m}$ (10^{-6} m). Jsou známa technická řešení, popsána například ve spisech KR 20110069909, CZ 2001-3359 A3, která k přípravě kovových prášků užívají právě metodu mletí nebo drcení. Nevýhodou této technologie je skutečnost, že kovy jsou ve většině případů houževnaté a příprava jemného prášku je problematická, jelikož v důsledku vysoké houževnatosti dochází spíše ke zplastizování a tažení materiálu a rovněž může dojít k vysoké kontaminaci mlecího zařízení. Při přípravě kovového prášku lze využít i aktivních plynů, kdy například pomocí vodíku je dosaženo navodíkování materiálu, čímž je sice docíleno zvýšení jeho křehkosti, avšak současně dochází ke změně chemických, fyzikálních a mechanických vlastností takto připravovaného prášku.

Obdobnou metodou jako je technologie mletí je metoda mechanického legování, která využívá atritory či kulové mlýny. Příklad využití legování pro výrobu kovového prášku je popsán například ve spise WO 2012047868 A2. Mechanické legování, které se uskutečňuje prostřednictvím nízkoenergetického nebo vysokoenergetického kinetického mletí elementárních krystalických práškových kovů, slitin nebo chemických sloučenin, představuje způsob získávání práškových materiálů s jemnou mikrostrukturou, a to s nanokrystalickou či dokonce amorfni. Tato metoda spočívá v tom, že do výchozího materiálu jsou sérií procesů svařování za studena a následného dělení částic přimíseny další přídavné prvky. Mohou to být jak jednotlivé prvky periodické soustavy, vhodné slitinové prášky, tak i jejich oxidy, karbidy, nitridy či jiné keramické materiály. U této metody, zejména s ohledem ke zvýšení jemnosti prášku, jsou však využívány velmi dlouhé procesní doby s vysokou spotřebou aktivních či inertních plynů. Další nevýhodou této technologie je skutečnost, že výchozí prekursor, ze kterého je prášek vyráběn, musejí být

předpřipraveny, což rovněž navyšuje časovou a ekonomickou náročnost této metody.

Další způsob přípravy kovových prášků je technologie atomizace, kdy dochází k rozprašování proudu taveniny do kapalného nebo plynného média. Atomizace je na současném trhu dominantní metodou přípravy kovových prášků a umožňuje výrobu kovových prášků na bázi Al, Cu, Fe, nízko i vysoce uhlíkových ocelí, korozivzdorných, žáruvzdorných a nástrojových ocelí, superslitin na bázi Ni a Co, slitin titanu, aj. Podstata atomizace spočívá v roztavení základního objemového prekurzoru a rozstříku kapek taveniny většinou do plynného nebo vodního prostředí. Jednou z možností atomizace je plazmochemický rozklad, jak je uvedeno například ve spisech WO2012023684 A1, US2011277590 A1, US2010176524 A1. Prostřednictvím atomizace je běžně umožněna příprava jemného prášku s velikostí zrna do 150 μm . Problematická je již příprava prášku v submikrometrickém (nanometrickém) měřítku, jelikož fyzikální omezení podstaty tvorby kovových prášků prostřednictvím atomizace leží v současnosti na hranici velikosti částic v rozmezí 1²₁ 5 μm .

Pro přípravu kovových prášků s nanometrickou velikostí jednotlivých částic je nejčastěji využíváno chemických principů a postupů, kdy podstatou výroby prášku jsou chemické reakce, které způsobují změnu původního chemického složení výchozího materiálu. Nejvyužívanějšími technologiemi pro získávání výsledného kovového nanoprášku je chemický nebo elektrolytický rozkladu oxidu, kovů, precipitace z roztoků, kondenzace z par, tepelný rozklad nebo elektrodepozice. Jedná se o relativně jednoduché procesy, kdy celková finanční náročnost vyplývá zejména ze spotřeby vstupních surovin, elektrické energie a relativně dlouhých provozních časů. Avšak v důsledku vysoké chemické čistoty takto vyrobených nanoprášků je tak na trhu za tyto produkty požadována relativně vysoká pořizovací cena. Způsob výroby prášků chemickou cestou je popsán například ve spisech CN101962210 A, CN102190299 A, KR20060112546, CZ 302249 B6 a CZ 300132 B6.

Pro přípravu kovových prášků je využívána ještě celá řada dalších technologií a postupů, nicméně veškeré tyto procesy, využívané zejména pro výrobu nanočástic, jsou energeticky náročné a pořizovací náklady technologií velmi vysoké. V současné době se tak celá řada výzkumných týmů po celém světě zabývá hledáním nových technologií a postupů vedoucích k přípravě nanoprášků, a to nejen s ohledem na ekonomickou náročnost výroby, ale i z hlediska ochrany životního prostředí a snižování energetické náročnosti výrobního procesu. Jednou zcela novou metodou pro přípravu kovových prášků je využití kavitace, tedy všeobecně známého nežádoucího jevu způsobujícího trvalé a nevratné poškození materiálů strojů a zařízení pracujících ve vodním prostředí. Vlastní mechanismus kavitace sestává z tvorby značného množství podtlakem vyvolaných bublin v kapalném médiu, které u povrchu překážky implodují, což má za následek vznik dynamického tlakového namáhání působícího přímo na povrch materiálu a způsobujícího postupné oddělení částí materiálu - odkavitování. Pro stanovení kavitační odolnosti materiálů bývá kavitace vyvolávána ve speciálně upravených kavitačních tratích, kdy pomocí speciální trysky dochází k umělému vyvolání kavitace na zkoumaném materiálu, na kterém se hodnotí úbytek jeho hmotnosti v závislosti na čase. Odolnost materiálu proti kavitaci je souhrnem vlastností, které se nedají jednoznačně přiřadit k pevnosti, houževnatosti, tvrdosti, nárazové práci, teplotě tavení, obrobiteľnosti, chemickému složení apod. Velmi dobrou kavitační odolnost mají materiály s vysokou odolností vůči plastické deformaci, s jemnozrnnou homogenní strukturou, s tlakovým napětím v povrchové vrstvě, s vysokou tvrdostí a s velkou odolností proti korozi. Naopak materiály s dispozicí ke vzniku koroze, s heterogenní strukturou, s vnitřním tahovým napětím, malou odolností proti deformaci a s drsným povrchem jsou vysoce náchylné na kavitační opotřebení. Ve spise CN 102175561 je pak popsáno technické řešení umožňující testování odolnosti materiálů prostřednictvím kavitační eroze. Zkušební zařízení je vybaveno potrubním systémem, do kterého je zabudována nádrž na vodu, odstředivé čerpadlo a Venturiho trubice umožňující vznik kavitačního jevu. Parametry proudícího média jsou sledovány a regulovány pomocí sestavy tlakoměrů, průtokoměrů a regulačních ventilů. Další kavitační zařízení, používané pro likvidaci mikroorganismů v tekutinách, je známo ze spisu CZ 303197, kde je popsáno zařízení obsahující vzájemně sériově propojené komponenty, a to vtokovou

část, čerpadlo, kavitační trubici a výtokovou část, kdy kavitační trubice je tvořena vzájemně na sebe navazujícími komorami, konfuzory a difuzory, přičemž kavitační trubice může obsahovat více pracovních komor řazených v sérii nebo dvě a více kavitačních trubic, které lze zapojit na spojovací potrubí i paralelně.

Účelem předkládaného vynálezu je tak představit zcela nový způsob přípravy kovových prášků, který spočívá ve vzniku kavitačně oddělené hmoty magneticky vodivých materiálů v kavitační trati, přičemž kavitačně oddělená hmota odnášená vodním tokem či jiným kapalným médiem je po kavitačním oddělení zachycena v magnetickém poli. Předkládaným vynálezem je umožněno jednak snížení pořizovacích a provozních nákladů na výrobu zařízení a zkrácení procesní doby výroby kovových prášků bez nutnosti speciální přípravy výchozího materiálu, přičemž navrhovaný způsob přípravy kovových prášků je univerzální pro různé typy magnetických materiálů.

Podstata vynálezu

Uvedeného cíle je do značné míry dosaženo předkládaným vynálezem, kterým je způsob přípravy magneticky vodivých prášků založený na principu řízení proudu kapaliny v kavitační trati, kde v dýze jsou za vzniku kavitačního mraku a imploze kavitačních bublin o intenzitě až ultrazvukové frekvence 24 kHz vyvolány pulzní tlakové vlny působící na povrch hmoty, čímž se uvolňují částice o rozměrech v řádech jednotek mikrometrů či nanometrů, kde podstata řešení spočívá v tom, že částice hmoty jsou z dýzy odnášeny kapalným médiem do sběrné komory, kde jsou zachytávány prostřednictvím magnetického členu.

Je výhodné, když pomocí čerpadla je regulována rychlost kapaliny v kavitační trati a poloha kavitačního mraku v dýze, kde kavitace na povrchu hmoty působí s nejvyšší intenzitou.

Dále je výhodné, když rozložením nebo dělením magnetického pole vznikajícího působením magnetického členu jsou kavitačně oddělené částice hmoty zachytávány selektivně.

Také je podstatou vynálezu zařízení pro přípravu magneticky vodivých prášků s využitím kavitace, sestávající z kavitační tratě, v níž je pomocí spojovacího potrubí zabudována nádrž na kapalinu, alespoň jedno čerpadlo, alespoň jeden uzavírací ventil a alespoň jedna kavitační dýza, která je tvořena konfuzorem, kavitační komorou a difuzorem, přičemž kavitační komora je uzpůsobená pro uložení hmoty, kde kavitační trať je pro zachycení kavitačně oddělených částic hmoty vybavena alespoň jednou sběrnou komorou, podél níž je umístěn magnetický člen.

Ve výhodném provedení sběrná komora navazuje v kavitační trati na difuzor kavitační dýzy, přičemž sběrná komora je tvořena sběrným potrubím o stejném nebo větším průřezu než je průřez spojovacího potrubí kavitační tratě v prostoru za kavitační dýzou.

V optimálním případě je magnetický člen umístěn kolem sběrného potrubí sběrné komory po celém jeho vnitřním či vnějším obvodu nebo je situován okolo části vnitřního či vnějšího povrchu sběrného potrubí, přičemž je výhodné, když magnetický člen je složen z permanentního magnetu a z elektromagnetu.

Při optimálním provedení je kavitační trať opatřena vzájemně propojenými monitorovacím systémem a řídicí jednotkou, na níž jsou napojeny nádrž, čerpadlo, uzavírací ventil, kavitační dýza a elektromagnet magnetického členu.

Také je výhodné, když monitorovací systém obsahuje hladinové čidlo a teplotní čidlo, která jsou umístěna na nádrži, a je vybaven tlakoměrnou sestavou, přičemž v optimálním případě tlakoměrná sestava obsahuje jednak alespoň dvě tlaková čidla situovaná v kavitační trati na sání čerpadla a na výtlaku čerpadla a jednak alespoň dva tlakové snímače umístěné v kavitační komoře a v difuzoru dýzy.

Dále je výhodné, když monitorovací systém obsahuje teplotní senzor a průtokoměr pro kontrolu teploty a rychlosti kapaliny a je vybaven snímací jednotkou zrychlení kapalného média pro záznam vibrací, která je situována v kavitační komoře dýzy.

Vynálezem se dosahuje proti dosud známým řešením nového a vyššího účinku v tom, že prostřednictvím kavitace je umožněna příprava kovového prášku přímo v nanometrickém či ultrajemném měřítku, přičemž je zajištěna relativně nízká energetická, ekonomická a časová náročnost výrobního procesu.


 výkresech

Konkrétní příklady provedení vynálezu jsou zjednodušeně znázorněny na připojených výkresech, kde

- obr.1 je základní schéma kavitačního zařízení se základními komponenty pro přípravu kovových prášků,
- obr.2 je rozšířené schéma kavitačního zařízení se základními a podpůrnými komponenty,
- obr.3 je podélný a svislý řez kavitační dýzou v místě uložení kavitované hmoty
- obr.4 je podélný a svislý řez sběrnou komorou s variabilním umístěním magnetického systému,
- obr.5 je mikroskopický snímek struktury aglomerovaného nanoprášku Fe o rozměrech v řádech jednotek mikrometrů,
- obr.6 je mikroskopický snímek struktury neaglomerovaného nanoprášku Fe o rozměrech menších než 300 nanometrů,
- obr.7 je alternativní provedení kavitačního zařízení s tříúrovňovým paralelním uspořádáním kavitačních dýz a
- obr.8 je podélný řez alternativním provedení sběrné komory a magnetického systému.

Výkresy, které znázorňují představovaný vynález, a následně popsané příklady konkrétního provedení v žádném případě neomezují rozsah ochrany uvedený v definici, ale jen objasňují podstatu řešení.

Příklady ~~provedení~~ ~~realizace~~

Zařízení k přípravě kovových prášků v základním provedení podle obr.1 sestává z kavitační tratě 1 realizované ve formě uzavřeného okruhu, v němž jsou sériově zabudovány komponenty, a to nádrž 2 na kapalinu, čerpadlo 3, uzavírací ventil 4, kavitační dýza 5 a sběrná komora 7, kde tyto komponenty jsou vzájemně propojeny přímo anebo pomocí spojovacího potrubí 11 a kavitační komora 52 je uzpůsobena pro uložení kavitované hmoty 6.

Alternativní provedení zařízení je schematicky znázorněno na obr.2, kde je do kavitační tratě 1 zabudován monitorovací systém 9 a řídicí jednotka 10, přičemž na řídicí jednotku 10 je napojen jak monitorovací systém 9, tak i jednotlivé ovládací komponenty zabudované v kavitační trati 1, a to nádrž 2, čerpadlo 3, uzavírací ventil 4, kavitační dýza 5 a magnetický člen 8. Ve výhodném provedení je nádrž 2 vybavena chladicím systémem 21 a čerpadlo 3 je opatřeno frekvenčním měničem 31. Samotný monitorovací systém 9 obsahuje zpětnovazební hladinové čidlo 91 a teplotní čidlo 92, která jsou umístěna na nádrži 2, a jeho součástí jsou dále tlakoměrná sestava 93 pro měření tlaku v kapalině. Tlakoměrná sestava 93 obsahuje dvě tlaková čidla 931, situovaná v kavitační trati 1 na sání čerpadla 3 a na výtlaku čerpadla 3, a dva tlakové snímače 932, které jsou umístěny přímo v kavitační komoře 52 a v difuzoru 53 dýzy 5. Dále je monitorovací systém 9 vybaven zpětnovazebním komparačním teplotním senzorem 94 a průtokoměrem 95 pro měření rychlosti kapaliny vstupující do dýzy 5. Další součástí monitorovacího systému 9 je snímací jednotka 96 zrychlení kapalného média, která je situována přímo v dýze 5.

Kavitační dýza 5 znázorněná na obr.3 sestává z několika na sebe navazujících částí, kdy nátoková část je tvořena konfuzorem 51 ve tvaru komolého kužele, střední část válcovou kavitační komorou 52 a výtoková část difuzorem 53

rovněž ve tvaru komolého kužele, přičemž v kavitační komoře 52 je pevně uložena kavitovaná hmota 6 ve formě různě tvarovaného magneticky vodivého objemového materiálu, kdy uchycení je v příkladném provedení realizováno prostřednictvím alespoň jednoho šroubu.

Na difuzor 53 dýzy 5 navazuje sběrná komora 7, okolo níž je z vnější strany obvodově umístěn magnetický člen 8, přičemž sběrná komora 7 je realizována ve formě tvarovaného sběrného potrubí 71, které má na vstupu a výstupu tvar komolého kužele a ve střední části tvar válce většího průřezu než je průřez spojovacího potrubí 11 v prostoru za kavitační dýzou 5. Samotný magnetický člen 8 je buď tvořen permanentním magnetem 81, nebo je složen z permanentního magnetu 81 a elektromagnetu 82. Magnetický člen 8 je uložen podél vnější stěny sběrného potrubí 71 sběrné komory 7, a to buď okolo celého jejího vnějšího obvodu, nebo pouze v části jejího vnějšího povrchu, jak je patrné z obr. 4.

Příprava kovového prášku v základním provedení zařízení probíhá tak, že v kavitační trati 1 je kapalina z nádrže 2 vháněna čerpadlem 3 do dýzy 5, v níž kapalně médium prochází nejprve přes konfuzor 51, jehož prostřednictvím dochází k podstatnému zvýšení rychlosti kapaliny a současně k poklesu tlaku, a to pod tlak nasycených par, čímž se v kapalině objevují první kavitační bublinky, které postupují vysokou rychlostí do kavitační komory 52. V prostoru kavitační komory 52, kde je uložena hmota 6, dochází ke vzniku kavitačního mraku a implozi kavitačních bublin, čímž je v kapalině vyvolán vznik pulzních tlakových vln působících na povrch hmoty 6. V důsledku působení dynamického tlakového namáhání, vyvolaného implozí kavit v kapalném médiu, na hmotu 6 se uvolňují částice 61 magneticky vodivých materiálů. Kapalina poté z kavitační komory 52 proudí do difuzoru 53, kde dochází ke snížení rychlosti kapaliny a pozvolnému zániku kavitace. Z difuzoru 53 je kapalina vedena přímo do sběrné komory 7, kde dochází k zachycení kavitačně oddělených částic 61 hmoty 6. Vlastní separace částic 61 kavitačně oddělené hmoty 6 je umožněna prostřednictvím redukce rychlosti proudící kapaliny ve sběrném potrubí 71 sběrné komory 7 a působením magnetického pole emitovaného magnetickým členem 8, kdy na vnitřní stěně sběrného potrubí 71 dochází k zachytávání kavitačně oddělených

částic 61 hmoty 6. Ze sběrné komory 7 je pomocí spojovacího potrubí 11 vedena kapalina zpět do nádrže 2.

V alternativním provedení probíhá příprava kovového prášku tak, že pomocí monitorovacího systému 9 jsou sledovány a regulovány parametry proudícího média, přičemž monitorovací systém 9 i jednotlivé komponenty 2, 3, 4, 5 a 8 ovlivňující proces kavitace jsou napojeny na řídicí jednotku 10, která vyhodnocuje, nastavuje a řídí proces výroby kovového prášku. Prostřednictvím chladicího systému 21 nádrže 2 je prováděno ochlazování kapaliny, přičemž je rovněž řízeno dopouštění kapaliny či upouštění kapaliny z nádrže 2. Tlakový snímač 932 slouží k záznamu informací o intenzitě a poloze kolapsu bublin kavitačního mraku v kavitační komoře 52 a difuzoru 53, čímž je umožněno účinné řízení výkonu čerpadla 3 a změna polohy kavitačního mraku v dýze 5.

Snímací jednotka 96 zrychlení kapalného média umožňuje záznam vibrací, kdy měří vibrace v definované ose kartézského systému, tedy alespoň při vstupu do dýzy 5, v místě intenzivní kavitace a na výstupu před sběrnou komorou 7. K vlastnímu řízení podélného posunu kavitačního jevu po povrchu hmoty 6 a k nastavení intenzity vyvolané kavitace v dýze 5 slouží frekvenční měnič 31 čerpadla 3, přičemž pomocí tlakových čidel 931 je sledován tlak v kapalině na sání a na výtlaku čerpadla 3. Permanentní magnet 81 magnetického členu 8 pak slouží v případě zapojení elektromagnetu 82 do systému technologie pouze jako pomocná jednotka, jejíž funkce spočívá v zamezení ztráty produkce prášku při výpadku elektrického proudu a zamezení tak možné kontaminace kavitačního systému.

Kavitačně oddělené částice 61 hmoty 6 zadržené ve sběrné komoře 7 se mohou nacházet ve dvou stavech, a to ve formě aglomerovaného nanoprášku o rozměrech v řádech jednotek mikrometrů, jak je znázorněno na obr.5, nebo přímo ve formě neaglomerovaných částic nanoprášku o rozměrech menších než 300 nanometrů, jak je patrné z obr.6. Rozložením či dělením magnetického pole magnetického členu 8 je umožněno selektivní zachycení kavitačně oddělených částic 61 hmoty 6, a to bez přítomnosti kapaliny nebo se stálou přítomností kapaliny, kdy je

u vysoce reaktivních materiálů možné zamezit nežádoucí reakci s okolním prostředím, například oxidaci.

Popsané uspořádání kavitační tratě 1 realizované ve formě jednookruhového potrubního systému není jediným možným provedením vynálezu. Jak je znázorněno na obr.7, spojovací potrubí 11 kavitační tratě 1 může být vedeno ve třech paralelně uspořádaných potrubních větvích 111, kdy každá potrubní větev 111 je vybavena samostatným uzavíracím ventilem 4, dýzou 5, sběrnou komorou 7 a magnetickým členem 8. Počet takto zapojených potrubních větví 111 kavitační tratě 1 není limitován. Dále může magnetický člen 8 emitovat magnetické pole o konstantní intenzitě či intenzitě proměnné ve směru průtoku od nejslabšího po nejsilnější. Permanentní magnety 81 a/nebo elektromagnety 82 jsou umístěny na vnější straně sběrného potrubí 71 sběrné komory 7, přičemž mohou být umístěny i uvnitř okolo celého vnitřního průměru sběrné komory 7 a mohou být realizovány jako dělené a být umístěné buď ve spodní části sběrné komory 7, kde proudí kapalina, a/nebo v horní části, kde naopak kapalina neproudí. V alternativním provedení může být například magnetický člen 8 tvořen ochranným polymerovým povlakem potaženým na vnitřní stěně sběrného potrubí 71 sběrné komory 7. Průřez spojovacího potrubí 11 kavitační tratě 1 nebo sběrného potrubí 71 sběrné komory 7 může mít tvar kruhový, elipsovitý, čtvercový, obdélníkový, mnohoúhelníkový, nepravidelný nebo vzájemně kombinovaný, přičemž sběrná komora 7 je tvořena sběrným potrubím 71 o stejném nebo větším průřezu než je průřez spojovacího potrubí 11 kavitační tratě 1 v prostoru za kavitační dýzou 5, jak je patrné z obr.8. Příklady uchycení hmoty 6 v dýze 5 a jeho tvar objasňují pouze podstatu uchycení prostřednictvím šroubů, avšak uchycení může být provedeno i jiným způsobem například drážkou, svarem, zasunovacím mechanismem, pomocí lepidla, apod.

Způsob přípravy magneticky vodivých prášků dle vynálezu je založen na principu řízení proudu kapaliny v kavitační trati 1, kde je vyvolávána kavitace působící na povrchu vložené hmoty 6. Účinné vyvolání a působení kavitace je prováděno v dýze 5, v jejíž pracovní kavitační komoře 52 je jednak uložena hmota 6 a jednak dochází ke vzniku kavitačního mraku a implozi kavitačních bublin o intenzitě až ultrazvukové

frekvence 24 kHz, čímž je vyvolán vznik dynamického tlakového namáhání působícího na povrch hmoty 6. Pomocí čerpadla 3 je možné regulovat rychlost kapaliny v kavitační trati 1, čímž je v podélném směru řízen posun místa, kde kavitace na povrchu hmoty 6 působí s nejvyšší intenzitou. Z povrchu hmoty 6 se uvolňují ultrajemné částice 61 o rozměrech v řádech nanometrů či jednotek mikrometrů. Tyto částice 61 hmoty 6 jsou z dýzy 5 odnášeny kapalným médiem do sběrné komory 7, kde dochází k jejich separaci od kapaliny proudící dále uzavřeným systémem. Vlastní separace kavitačně oddělených částic 61 hmoty 6 je umožněna prostřednictvím redukce rychlosti proudící kapaliny za spolupůsobení magnetického pole emitovaného magnetickým členem 8, kde na vnitřní stěně sběrné komory 7 dochází k zachytávání kavitačně oddělených částic 61 hmoty 6. Vhodným rozložením nebo dělením magnetického pole magnetického členu 8 je umožněno selektivní zachycení kavitačně oddělených částic 61 hmoty 6, například v horní část sběrného potrubí 71, která je v okolní atmosféře již bez přítomnosti proudící kapaliny nebo v dolní část kavitační komory 52 sběrné komory, která je ve stálém kontaktu s proudící kapalinou a u vysoce reaktivních materiálů tak může zamezit nežádoucí reakci s okolním prostředím.

Průmyslová využitelnost

Předkládaný vynález spadá do oblasti práškové metalurgie a výroby kovových prášků s nanometrickou či mikrometrickou velikostí jednotlivých částic, přičemž zejména využití nanomateriálů je velmi rozsáhlé s možností uplatnění v mnoha různých průmyslových odvětvích, jako je zdravotnictví, strojírenství, stavebnictví, chemický průmysl, textilní průmysl či průmysl elektrotechnický.

Seznam vztahových značek

1	kavitační trať
11	spojovacího potrubí
111	potrubní větev
2	nádrž
21	chladicí systém
3	čerpadlo
31	frekvenční měnič
4	uzavírací ventil
5	dýza
51	konfuzor
52	kavitační komora
53	difuzor
6	hmota
61	částice
7	sběrná komora
71	sběrné potrubí
8	magnetický člen
81	permanentní magnet
82	elektromagnet
9	monitorovací systém
91	hladinové čidlo
92	teplotní čidlo
93	tlakoměrná sestava
931	tlakové čidlo
932	tlakový snímač
94	regulační teplotní senzor
95	průtokoměr
96	snímací jednotka
10	řídící jednotka

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob přípravy magneticky vodivých prášků, založený na principu řízení proudu kapaliny v kavitační trati (1), kde v dýze (5) jsou za vzniku kavitačního mraku a imploze kavitačních bublin o intenzitě až ultrazvukové frekvence 24 kHz vyvolány pulzní tlakové vlny působící na povrch hmoty (6), čímž se uvolňují částice (61) o rozměrech v řádech jednotek mikrometrů či nanometrů, **vyznačující se tím**, že částice (61) hmoty (6) jsou z dýzy (5) odnášeny kapalným médiem do sběrné komory (7), kde jsou zachytávány prostřednictvím magnetického členu (8).
2. Způsob přípravy magneticky vodivých prášků podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že pomocí čerpadla (3) je regulována rychlost kapaliny v kavitační trati (1) a poloha kavitačního mraku v dýze (5), kde kavitace na povrchu hmoty (6) působí s nejvyšší intenzitou.
3. Způsob přípravy magneticky vodivých prášků podle nároků 1 a 2, **vyznačující se tím**, že rozložením nebo dělením magnetického pole vznikajícího působením magnetického členu (8) jsou kavitačně oddělené částice (61) hmoty (6) zachytávány selektivně.
4. Zařízení pro přípravu magneticky vodivých prášků, s využitím kavitace, sestávající z kavitační tratě (1), v níž je pomocí spojovacího potrubí (11) zabudována nádrž (2) na kapalinu, alespoň jedno čerpadlo (3), alespoň jeden uzavírací ventil (4) a alespoň jedna kavitační dýza (5), která je tvořena konfuzorem (51), kavitační komorou (52) a difuzorem (53), přičemž kavitační komora (52) je uzpůsobená pro uložení hmoty (6), **vyznačující se tím**, že kavitační trať (1) je pro zachycení kavitačně oddělených částic (61) hmoty (6) vybavena alespoň jednou sběrnou komorou (7), podél níž je umístěn magnetický člen (8).

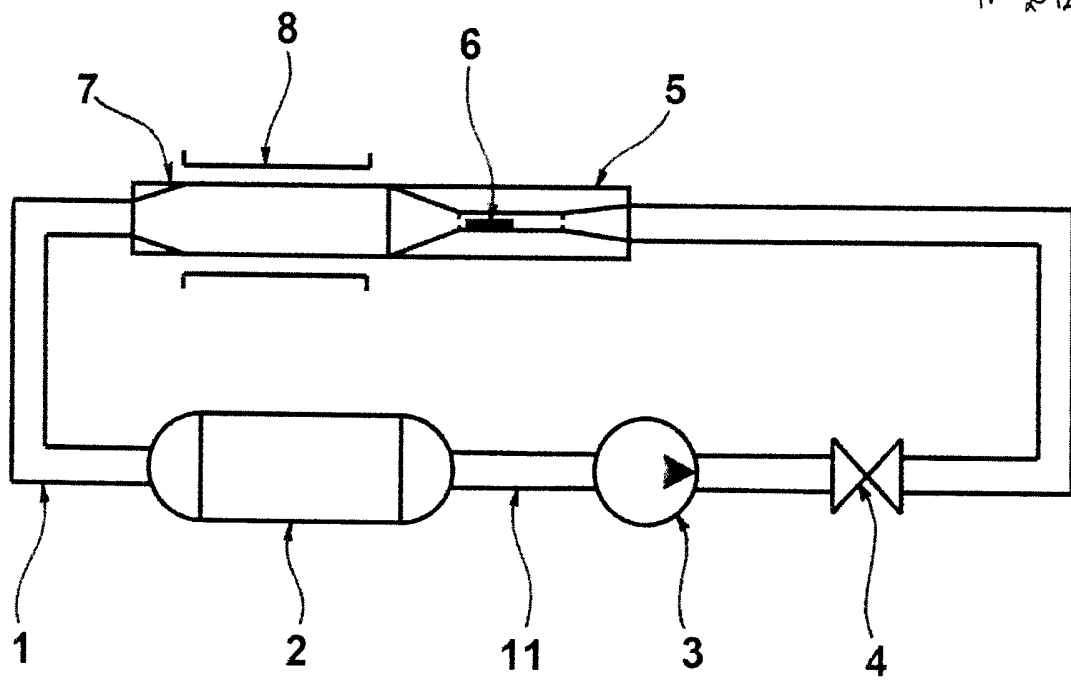
5. Zařízení podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že sběrná komora (7) navazuje v kavitační trati (1) na difuzor (53) kavitační dýzy (5).
6. Zařízení podle nároků 4 a 5, **vyznačující se tím**, že sběrná komora (7) je tvořena sběrným potrubím (71) o stejném nebo větším průřezu než je průřez spojovacího potrubí (11) kavitační tratě (1) v prostoru za kavitační dýzou (5).
7. Zařízení podle nároků 4 až 6, **vyznačující se tím**, že magnetický člen (8) je umístěn kolem sběrného potrubí (71) sběrné komory (7) po celém jeho vnitřním či vnějším obvodu nebo je situován okolo části vnitřního či vnějšího povrchu sběrného potrubí (71).
8. Zařízení podle nároků 4 až 7, **vyznačující se tím**, že magnetický člen (8) je složen z permanentního magnetu (81) a z elektromagnetu (82).
9. Zařízení podle některého z nároků 4 až 8, **vyznačující se tím**, že kavitační trať (1) je opatřena vzájemně propojenými monitorovacím systémem (9) a řídicí jednotkou (10), na níž jsou napojeny nádrž (2), čerpadlo (3), uzavírací ventil (4), kavitační dýza (5) a elektromagnet (82) magnetického členu (8).
10. Zařízení podle nároku 9, **vyznačující se tím**, že monitorovací systém (9) obsahuje hladinové čidlo (91) a teplotní čidlo (92), která jsou umístěna na nádrži (2).
11. Zařízení podle některého z nároků 9 a 10, **vyznačující se tím**, že monitorovací systém (9) je vybaven tlakoměrnou sestavou (93).
12. Zařízení podle nároku 11, **vyznačující se tím**, že tlakoměrná sestava (93) obsahuje jednak alespoň dvě tlaková čidla (931) situovaná v kavitační trati (1) na sání čerpadla (3) a na výtlaku čerpadla (3) a jednak alespoň dva tlakové snímače (932) umístěné v kavitační komoře (52) a v difuzoru (53) dýzy (5).

13. Zařízení podle některého z nároků 9 až 12, **vyznačující se tím**, že monitorovací systém (9) obsahuje teplotní senzor (94) a průtokoměr (95) pro kontrolu teploty a rychlosti kapaliny.
14. Zařízení podle některého z nároků 9 až 13, **vyznačující se tím**, že monitorovací systém (9) je vybaven snímací jednotkou (96) zrychlení kapalného média pro záznam vibrací, která je situována v kavitační komoře (52) dýzy (5).

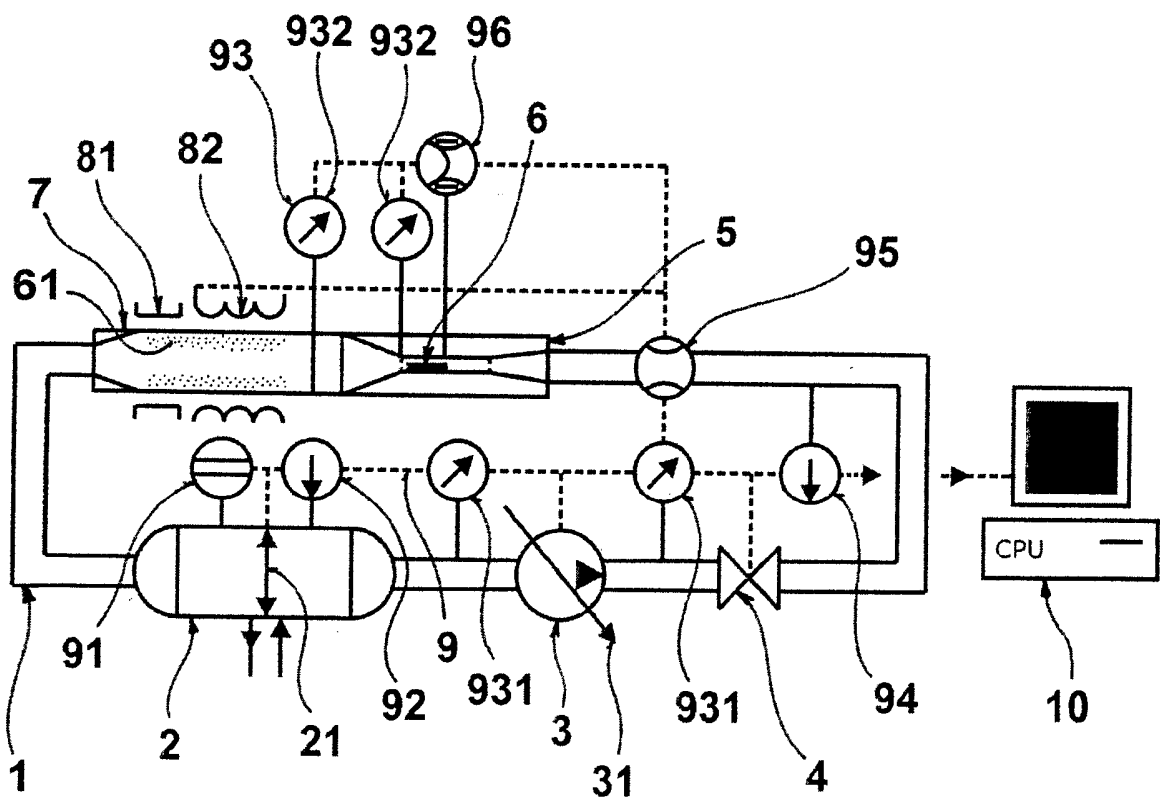
1/4

10.09.12

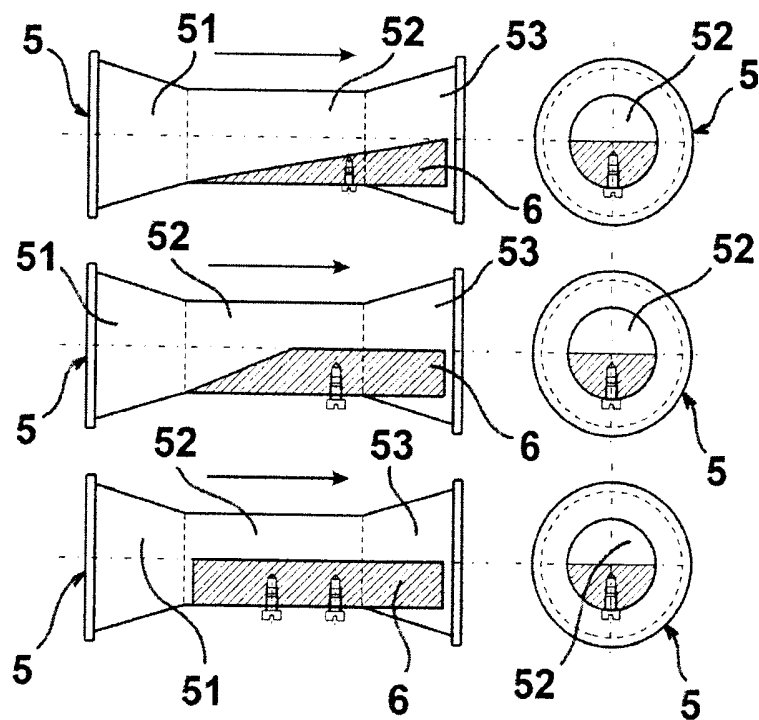
7V 2012-646



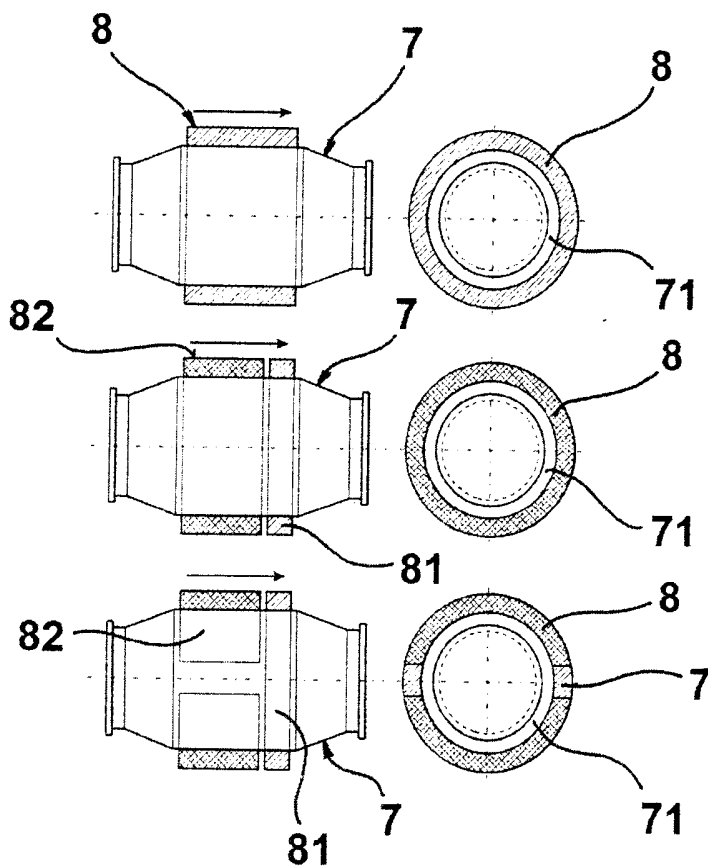
OBR. 1



OBR. 2



OBR. 3



OBR. 4

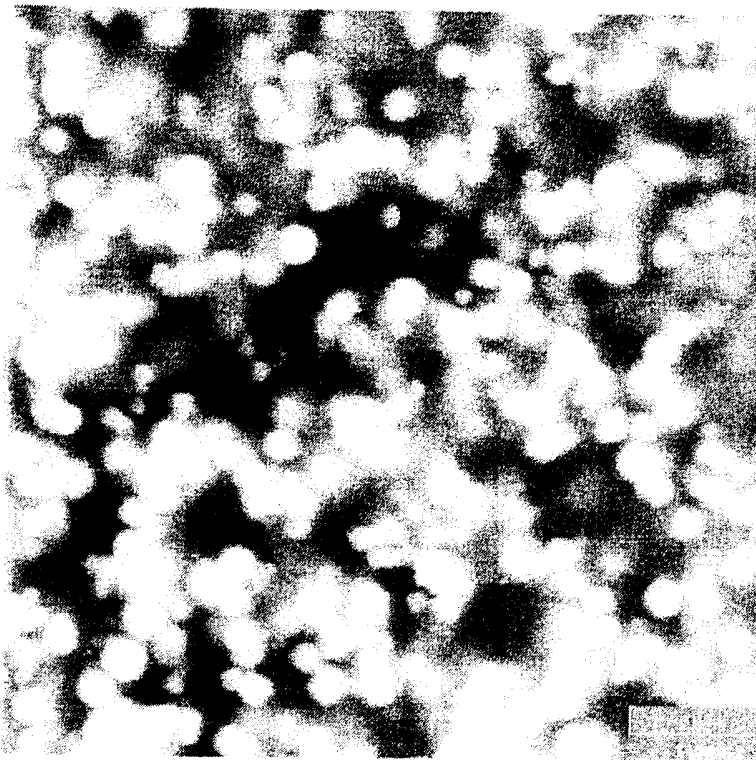
3/4

10.00.10

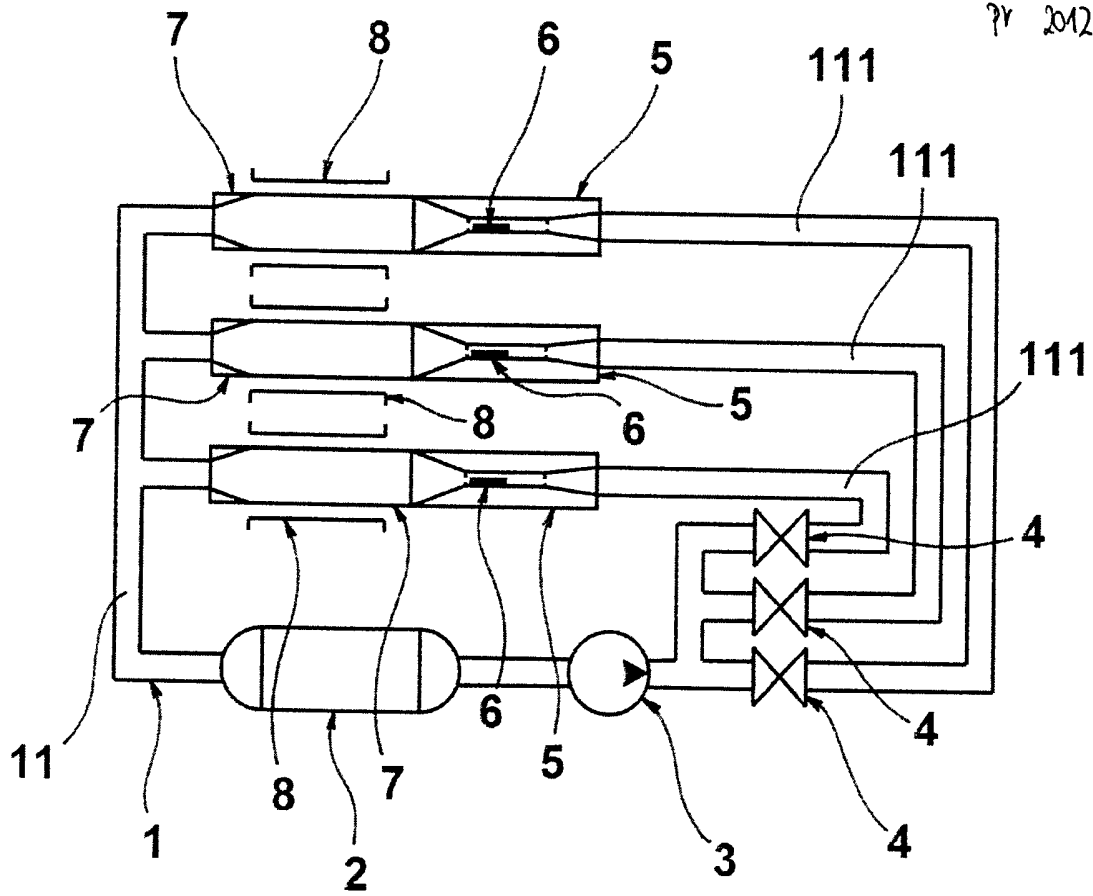
7V 2012-646



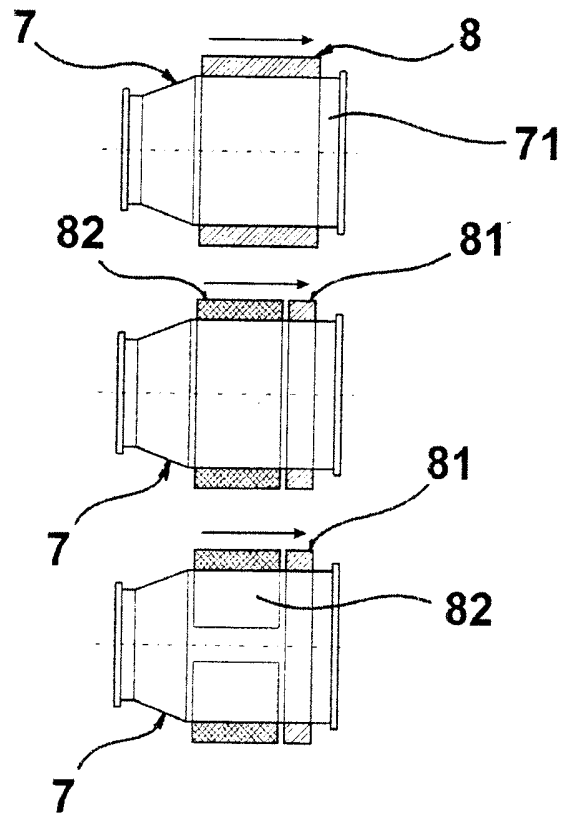
OBR. 5



OBR. 6



OBR. 7



OBR. 8