

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

306 541

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

C23C 14/35 (2006.01)
C23C 14/24 (2006.01)
H01J 37/34 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2015-837**
(22) Přihlášeno: **27.11.2015**
(40) Zveřejněno: **01.03.2017**
(Věstník č. 9/2017)
(47) Uděleno: **18.01.2017**
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **01.03.2017**
(Věstník č. 9/2017)

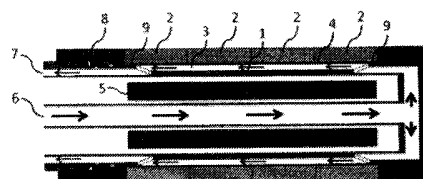
(56) Relevantní dokumenty:
(Novel techniques and devices for in-situ film coatings of long, small diameter tubes or elliptical and other surface contours; A. Hershcovitch, M. Blaskiewicz, J. M. Brennan, W. Fischer, C.-J. Liaw; Journal of Vacuum Science & Technology B (Nanotechnology and Microelectronics: Materials, Processing, Measurement, and Phenomena) Vol. 33, No. 5, ISSN: 1071-1023) 14.08.2015

WO 03080891 A1; US 2014174920 A1; EP 2907890 A1; US 2008011601 A1; US 6689254 B1; CZ 304905 B6; US 6096176 A; EP 0482541 A1; US 3852181 A.

(73) Majitel patentu:
SHM, s. r. o., Šumperk, CZ

(72) Původce:
Mojmír Jílek, Šumperk, CZ

(74) Zástupce:
Rott, Růžička & Guttman
Patentové, známkové a advokátní kanceláře, Ing.
Jiří Andera, Vinohradská 37, 120 00 Praha 2



(54) Název vynálezu:
**Cylindrická katoda pro nanášení vrstev
metodou PVD**

(57) Anotace:
Cylindrická katoda pro nanášení vrstev metodou PVD, zahrnující trubkovitý centrální nosič (1), na jehož obvodu je uspořádán target (2). Centrální nosič (1) má alespoň v oblasti targetu (2) vytvořený prostor (3) pro průtok tlakové chladicí kapaliny se vstupem (6) chladicí kapaliny a výstupem (7) chladicí kapaliny. Uvnitř centrálního nosiče (1) je uspořádán zdroj (5) magnetického pole. Prostor (3) pro průtok tlakové chladicí kapaliny je od targetu (2) oddělen pružnou trubicí (4), jejíž vnější průměr dosedá na vnitřní průměr targetu (2). Vnější průměr centrálního nosiče (1) v oblasti pod targetem (2) v klidovém stavu v podstatě odpovídá vnitřnímu průměru pružné trubky (4) a prostor (3) pro průtok tlakové chladicí kapaliny je tvořen množinou průchozích otvorů, uspořádaných v plášti centrálního nosiče (1) v oblasti pod targetem (2).

CZ 306541 B6

Cylindrická katoda pro nanášení vrstev metodou PVD

Oblast techniky

5

Vynález se týká cylindrické katody pro nanášení vrstev metodou PVD, zahrnující trubkovitý centrální nosič, na jehož obvodu je uspořádán target, přičemž centrální nosič má alespoň v oblasti targetu vytvořený prostor pro průtok tlakové chladicí kapaliny se vstupem chladicí kapaliny a výstupem chladicí kapaliny a uvnitř centrálního nosiče je uspořádán zdroj magnetického pole, přičemž prostor pro průtok tlakové chladicí kapaliny je od targetu oddělen pružnou trubkou, jejíž vnější průměr dosedá na vnitřní průměr targetu.

10

Dosavadní stav techniky

15

Metoda fyzikální depozice z plynné fáze, označovaná zkratkou PVD (Physical Vapor Deposition), je metoda nanášení tenkých vrstev.

20

Nanášení vrstev probíhá ve vakuové komoře. Před samotným nanášením vrstev se v komoře sníží tlak, komora se v závislosti na materiálu nástroje vyhřeje na příslušnou teplotu, nanese se adhezni vrstva a potom se nanáší otěruvzdorná vrstva.

25

Cylindrická katoda pro nanášení vrstev metodou PVD je umístěna uvnitř komory a při nanášení rotuje, aby se nanášený materiál z katody odpařoval rovnoměrně.

30

Cylindrická katoda pro nanášení vrstev metodou PVD zahrnuje trubkovitý centrální nosič, na jehož obvodu je uspořádán materiál, který má být nanášen. Tento materiál se označuje jako target. Centrální nosič má alespoň v oblasti targetu vytvořený prostor pro průtok tlakové chladicí kapaliny se vstupem chladicí kapaliny a výstupem chladicí kapaliny. Uvnitř centrálního nosiče je uspořádán zdroj magnetického pole.

Pokud je target ze snadno obrobitelných materiálů, například Ti, TiAl, Al, je výhodné vyrobit target přímo ve tvaru trubky z jednoho kusu, která koaxiálně obepíná centrální nosič.

35

V případě targetu ze špatně obrobitelných materiálů, například TiB_2 nebo B_4C , je target vyroben ve formě prstencových segmentů. Tyto segmenty jsou kvůli dobrému přenosu tepla vedle sebe napájeny nebo nalepeny na centrální nosič. Takové provedení je známo například z dokumentu US 2014/174920 A1.

40

Pro pájení targetu je možno použít pájku s nízkou tavicí teplotou nebo pájku s vysokou tavicí teplotou.

45

Při použití pájky s nízkou tavicí teplotou (např. na bázi In) je maximální výkon, který lze přivést na katodu, limitován teplotou, při které dojde k odlepení targetu (a jeho následné destrukci).

50

Větší výkon je na katodu možné přivést při použití pájky s vysokou tavicí teplotou (tzv. tvrdá pájka, s výhodou aktivní pájka s příměsí Ti či Si). Nicméně může dojít k popraskání targetu již během pájení targetu na centrální nosič, resp. během chladnutí po pájení. Důvodem je rozdílná tepelná roztažnost materiálu centrálního nosiče a targetu. Ze stejného důvodu může dojít k destrukci targetu při tepelném zatížení během depozičního procesu, při kterém dochází k opakovatelnému chlazení a zahřívání.

Obě metody vedou k omezení maximálního výkonu, který lze přivést na katodu. Tím se prodlužuje celková doba nanášení vrstev metodou PVD.

Metoda lepení s sebou nese podobné problémy jako metoda pájení. Je sice o něco snazší target nalepit než napájet, nicméně lepením se typicky dosáhne horšího tepelného kontaktu a tedy ještě většího omezení maximálního výkonu.

- 5 U rovinných targetu je znám způsob chlazení targetu přes tenký měděný plech. Toto známé provedení pochopitelně není určeno ke kompenzaci tepelné dilatace targetu během ohřevu a chlazení.

10 Dokument WO 03080891 popisuje rotační trubkovou katodu pro naprašování, například pro povlákání okenních tabulí. Taková trubková katoda má většinou kapalinové chlazení. Pro ulehčení výměny katody je mezi targetem na obvodu katody nebo nosičem targetu a centrální podélnou osou trubkové katody uspořádána válcová elastická fólie, která těsní kapalinový okruh vůči targetu a tím, tvoří uzavřený systém. Nevýhodou takového provedení je, že zdroj magnetického pole je umístěn přímo v prostoru s chladicí kapalinou, což způsobuje korozi magnetů (především v
15 případě použití nejvhodnějších permanentních magnetů typu FeNdB), čímž dochází k nežádoucímu snížení intensity magnetického pole. Magnety navíc fungují jako lapače magnetických nečistot z chladicí kapaliny, což v delším horizontu opět způsobí snížení intensity magnetického pole.

20 Dokument US 2014/174920 popisuje naprašovací katodu, která zahrnuje vnitřní základní těleso, které je umístěno ve vnějším nosném tělese, mezi kterými je uspořádán prostor pro průtok chladicí kapaliny s přítokem a odtokem. Rozdílná tepelná roztažnost hliníkového nosného tělesa a vnitřního základního tělesa, které je například z nerezové oceli, se řeší pomocí spirálové pružiny, avšak pouze v podélném směru, což neřeší problém s přenosem tepla mezi nosným tělesem a 2V
25 základním tělesem.

Podstata vynálezu

30 Nedostatky stavu techniky odstraňuje cylindrická katoda pro nanášení vrstev metodou PVD, zahrnující trubkovitý centrální nosič, na jehož obvodu je uspořádán target, přičemž centrální nosič má alespoň v oblasti targetu vytvořený prostor pro průtok tlakové chladicí kapaliny se vstupem chladicí kapaliny a výstupem chladicí kapaliny a uvnitř centrálního nosiče je uspořádán zdroj magnetického pole, přičemž prostor pro průtok tlakové chladicí kapaliny je od targetu oddělen
35 pružnou trubkou, jejíž vnější průměr dosedá na vnitřní průměr targetu, podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že vnější průměr centrálního nosiče v oblasti pod targetem v klidovém stavu v podstatě odpovídá vnitřnímu průměru pružné trubky a prostor pro průtok tlakové chladicí kapaliny je tvořen množinou průchozích otvorů, uspořádaných v plášti centrálního nosiče v oblasti pod targetem.

40 Výhodou řešení podle vynálezu je optimální průtok tlakové chladicí kapaliny a pružná trubka dokonale kopíruje tepelnou dilataci targetu, takže na katodu lze přivést vysoký výkon, aniž by docházelo k jeho praskání. Vyšší výkon pak vede ke zkrácení doby nanášení povlaku. Technologie výroby takové cylindrické katody je levnější než známé technologie pájení či lepení a centrální nosič je navíc vícenásobně použitelný.

Podle výhodného provedení je pružná trubka z elektricky vodivého materiálu, zejména z kovu nebo elektricky vodivého plastu, a má tloušťku stěny v rozmezí od 0,01 do 1 mm, s výhodou 0,05 do 0,2 mm.

50 Podle dalšího výhodného provedení je pružná trubka z mědi.

Target může být sestaven z několika za sebou uspořádaných, navazujících prstencových segmentů.

55

Podle výhodného provedení je zdroj magnetického pole uvnitř centrálního nosiče oddělen od protékající chladicí kapaliny.

5 Objasnění výkresů

Cylindrická katoda podle vynálezu bude blíže popsána na dvou příkladech konkrétního provedení, které se liší konstrukcí centrálního nosiče s targetem. První příklad provedení cylindrické katody je zobrazen na obr. 1. Na obr. 2 je zobrazen centrální nosič s targetem a na obr. 3 pouze centrální nosič cylindrické katody z obr. 1. Druhé provedení centrálního nosiče s targetem je zobrazeno na obr. 4 a samotný centrální nosič tohoto provedení je zobrazen na obr. 5.

Příklady uskutečnění vynálezu

Na obr. 1 je v řezu schematicky zobrazen první příklad provedení cylindrické katody pro nanášení vrstev metodou PVD. Katoda zahrnuje trubkovitý centrální nosič 1, na jehož obvodu je uspořádán target 2. Na obr. 2 je pak zobrazen pouze centrální nosič 1 s targetem 2 a na obr. 3 jen samotný centrální nosič 1.

Target 2 zahrnuje na sebe navazující prstencové segmenty, například z TiB_2 , B_4C , W, TiSi.

Centrální nosič 1 má v oblasti pod targetem 2 vytvořený prostor 3 pro průtok tlakové chladicí kapaliny se vstupem 6 chladicí kapaliny a výstupem 7 chladicí kapaliny a uvnitř centrálního nosiče 1 je uspořádán zdroj 5 magnetického pole (viz obr. 1). Zdroj 5 magnetického pole je uvnitř centrálního nosiče 1 uspořádán v samostatném prostoru (viz obr. 1), takže je zcela oddělen od protékající chladicí kapaliny.

Prostor 3 pro průtok tlakové chladicí kapaliny je vytvořen zmenšením vnějšího průměru centrálního nosiče 1 v oblasti pod targetem 2.

Prostor 3 pro průtok tlakové chladicí kapaliny je od targetu 2 oddělen pružnou trubkou 4, na kterou target 2 dosedá.

Pružná trubka 4 dosedá na centrální nosič 1 pouze v místech připojení 9 na obou koncích targetu 2, kde je pružná trubka 4 k centrálnímu nosiči 1 přilepena nebo připájena.

Odnímatelný díl 8 (viz obr. 1) umožňuje snadnou výměnu segmentů targetu 2.

Pružná trubka 4 je v zobrazeném příkladu provedení z Cu a má tloušťku stěny 0,1 mm. Z důvodů jednoduchosti konstrukce je výhodné, pokud je pružná trubka 4 z elektricky a tepelně vodivého materiálu, zejména z kovu nebo z elektricky vodivého plastu, například z elektricky vodivého plastu, komerčně dostupného pod označením TECACOMP TC. Pokud se však zajistí jiný přívod elektrického proudu k targetu 2, lze použít i pružnou trubku z elektricky nevodivého materiálu.

Tloušťka stěny pružné trubky 4 se volí v rozmezí od 0,01 do 1 mm, s výhodou 0,05 do 0,2 mm.

Prstencové segmenty targetu 2 se nasunou na pružnou trubku 4, která je z její vnitřní strany chlazena tlakovou chladicí kapalinou. Protože má pružná trubka 4 tloušťku stěny jen 0,1 mm a tlak chladicí kapaliny je 0,2 MPa, dojde k roztahení pružné trubky 4 a k vytvoření dokonalého tepelného a elektrického kontaktu mezi trubkou 4 a segmenty targetu 2.

Na takto zhotovenou cylindrickou katodu lze při nanášení tenkých vrstev přivést vyšší výkon, než je tomu u známých katod, protože pružná trubka 4 dokonale kopíruje tepelnou dilataci targetu 2, takže nedochází k jeho praskání. Vyšší výkon pak vede ke zkrácení doby nanášení povlaku.

Centrální nosič 1 lze použít k nesení targetu 2 opakovaně.

Podle výhodného postupu lze pružnou trubku 4 zhotovit s menším vnějším průměrem, než je vnitřní průměr targetu 2, poté se na ni nasune trubkovitý přípravek o stejném vnitřním průměru, jako je vnitřní průměr targetu 2, a následně se pružná trubka 4 „naformátuje“ přivedením vody o tlaku 0,5 MPa. Trubka 4 se deformuje a po vypuštění vody má již přesně definovaný „správný“ průměr.

Na obr. 4 a 5 je provedení centrálního nosiče 1 podle vynálezu. Vnější průměr centrálního nosiče 1 v oblasti pod targetem 2 v klidovém stavu v podstatě odpovídá vnitřnímu průměru pružné trubky 4 a prostor 3 pro průtok tlakové chladicí kapaliny je tvořen množinou průchozích otvorů, uspořádaných v plášti centrálního nosiče 1 v oblasti pod targetem 2.

Zbytek konstrukce cylindrické katody je stejný jako u provedení z obr. 1. Prstencové segmenty targetu 2 jsou nasunuty na pružnou trubku 4, která je z její vnitřní strany chlazená tlakovou chladicí kapalinou, která proniká množinou průchozích otvorů v plášti centrálního nosiče 1, tlačí na pružnou trubku 4, která tak vytvoří dokonalý tepelný a elektrický kontakt mezi trubkou 4 a segmenty targetu 2.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Cylindrická katoda pro nanášení vrstev metodou PVD, zahrnující trubkovitý centrální nosič (1), na jehož obvodu je uspořádán target (2), přičemž centrální nosič (1) má alespoň v oblasti targetu (2) vytvořený prostor (3) pro průtok tlakové chladicí kapaliny se vstupem (6) chladicí kapaliny a výstupem (7) chladicí kapaliny a uvnitř centrálního nosiče (1) je uspořádán zdroj (5) magnetického pole, přičemž prostor (3) pro průtok tlakové chladicí kapaliny je od targetu (2) oddělen pružnou trubkou (4), jejíž vnější průměr dosedá na vnitřní průměr targetu (2), **vyznačující se tím**, že vnější průměr centrálního nosiče (1) v oblasti pod targetem (2) v klidovém stavu v podstatě odpovídá vnitřnímu průměru pružné trubky (4) a prostor (3) pro průtok tlakové chladicí kapaliny je tvořen množinou průchozích otvorů, uspořádaných v plášti centrálního nosiče (1) v oblasti pod targetem (2).

2. Cylindrická katoda podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že pružná trubka (4) je z elektricky vodivého materiálu, zejména z kovu nebo elektricky vodivého plastu, a má tloušťku stěny v rozmezí od 0,01 do 1 mm, s výhodou 0,05 do 0,2 mm.

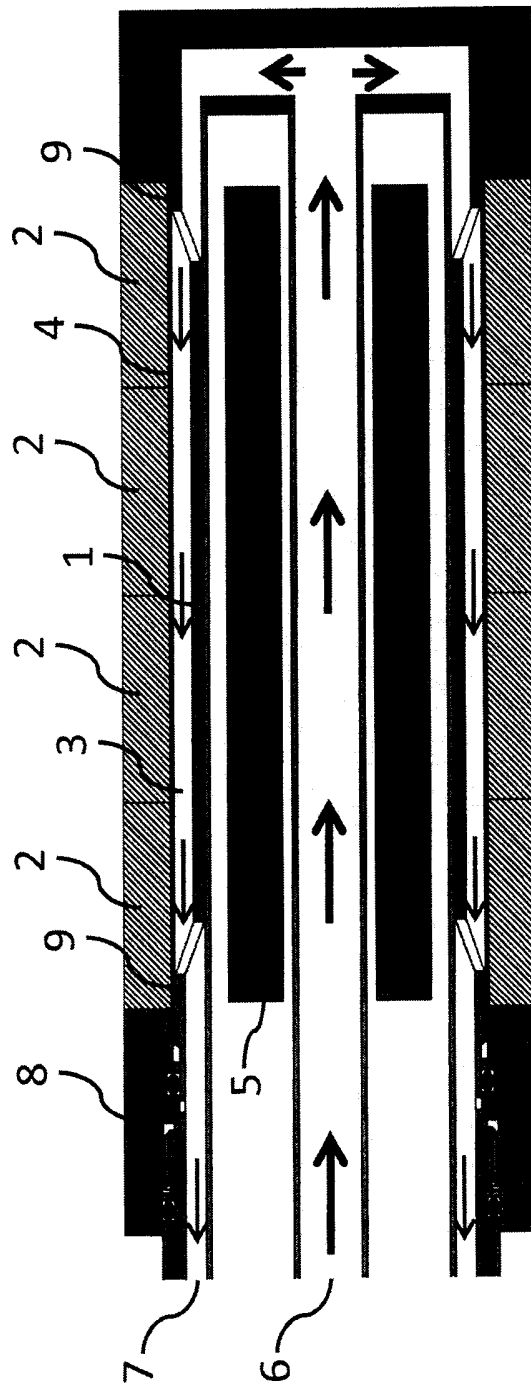
3. Cylindrická katoda podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že pružná trubka (4) je z mědi.

4. Cylindrická katoda podle nároku 1, 2 nebo 3, **vyznačující se tím**, že target (2) je sestaven z několika za sebou uspořádaných, navazujících prstencových segmentů.

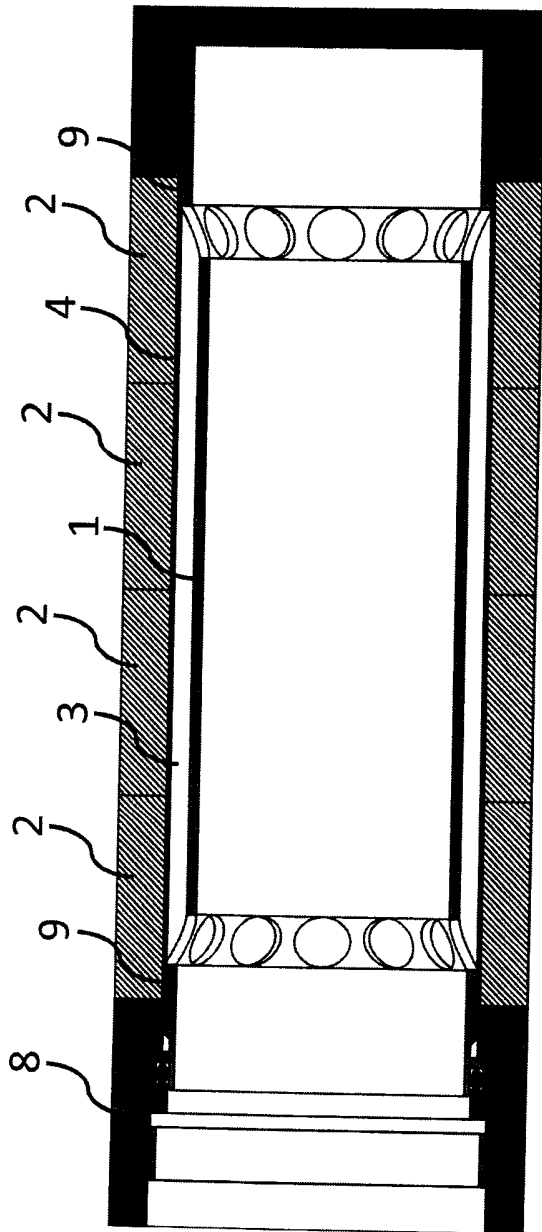
5. Cylindrická katoda podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že zdroj (5) magnetického pole je uvnitř centrálního nosiče (1) oddělen od protékající chladicí kapaliny.

Seznam vztahových značek:

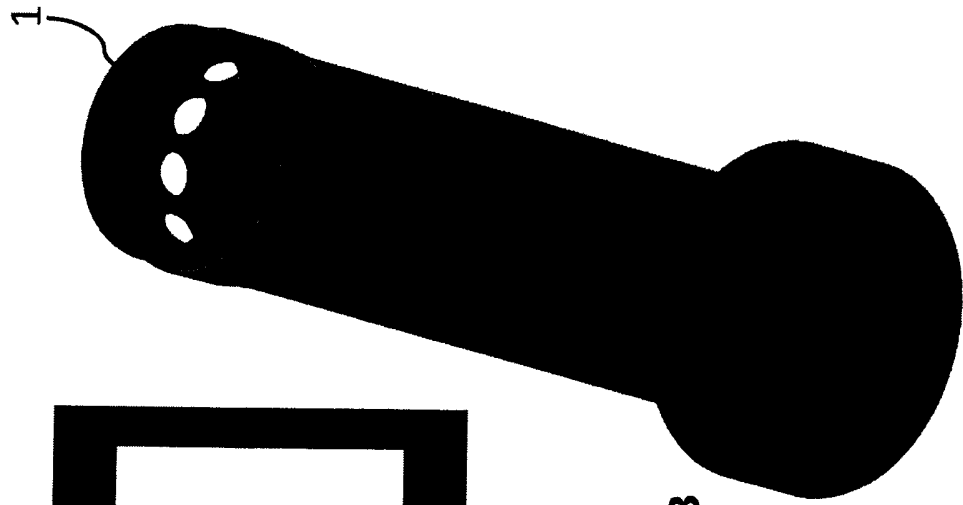
- | | | |
|----|---|--|
| | 1 | centrální nosič |
| | 2 | target |
| 5 | 3 | prostor pro průtok tlakové chladicí kapaliny |
| | 4 | pružná trubka |
| | 5 | zdroj magnetického pole |
| | 6 | vstup chladicí kapaliny |
| | 7 | výstup chladicí kapaliny |
| 10 | 8 | odnímatelný díl |
| | 9 | připojení |



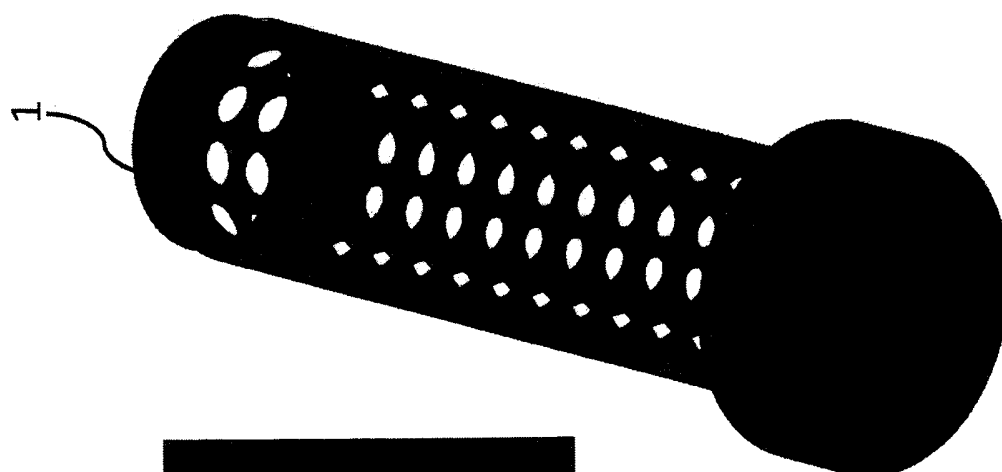
Obr. 1



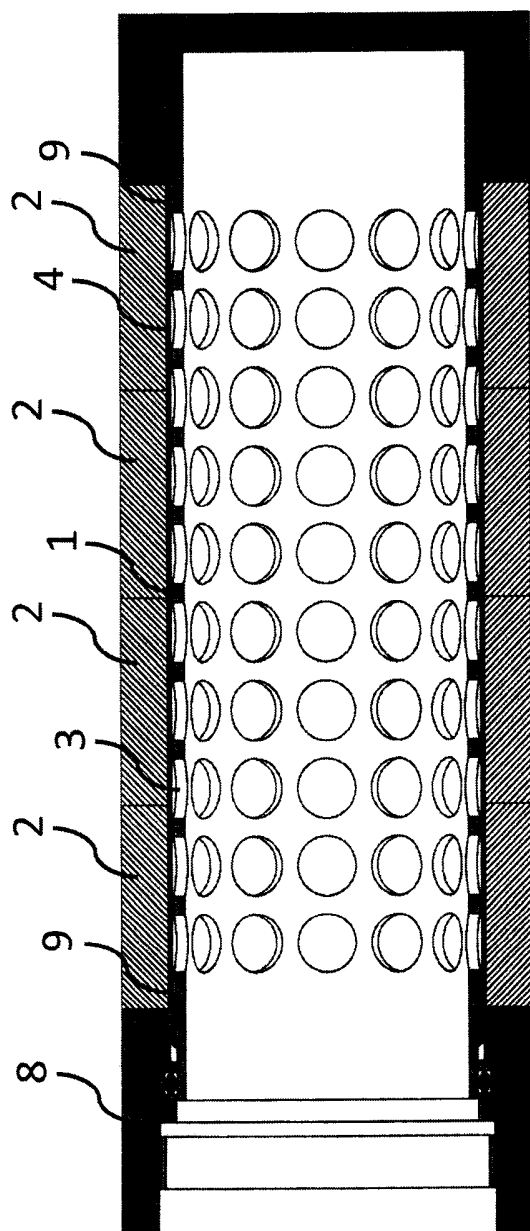
Obr. 2



Obr. 3



Obr. 5



Obr. 4

Konec dokumentu