

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

36 068

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

G01Q 30/02 (2010.01)
H01J 37/285 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2022-39842**
(22) Přihlášeno: **29.04.2022**
(47) Zapsáno: **26.05.2022**

- (73) Majitel:
Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i., Brno,
Královo Pole, CZ
- (72) Původce:
Ing. Alexandr Knápek, Ph.D., Brno, Žabovřesky,
CZ
Ing. Libor Dupák, Ph.D., Brno, Židenice, CZ
Ing. Milan Matějka, Ph.D., Brno, Ivanovice, CZ
- (74) Zástupce:
KANIA, SEDLÁK, SMOLA, s.r.o., Mendlovo
náměstí 907/1a, 603 00 Brno, Staré Brno

- (54) Název užitého vzoru:
Autoemisní mikroskop pro analýzu hrotu sondy

CZ 36068 U1

Autoemisní mikroskop pro analýzu hrotu sondy

Oblast techniky

5

Technické řešení se týká autoemisního mikroskopu, který je určen pro analýzu hrotu sondy pro rastrovací sondové mikroskopy.

Dosavadní stav techniky

V současnosti neexistuje zařízení, které by umožnilo charakterizovat kvalitu sond pro rastrovací sondové mikroskopy, či je přímo srovnávat jinak nežli jejich přímým použitím v mikroskopu samotném.

15

Stávající SPM mikroskopy sondy nijak nesrovnávají ani jakkoliv necharakterizují a uživatelé mikroskopů jsou přímo závislí na kvalitě sond, jejíž garance je na straně výrobce. Nejistota v opakovatelnosti výroby sond, tedy přímo vede k výkyvům kvality funkce rastrovacího hrotového mikroskopu, která je daná především sondou samotnou.

20

Podstata technického řešení

Výše uvedené nevýhody dosavadního stavu techniky řeší předložené technické řešení, které umožňuje analýzu hrotových sond, která je založená na spojení měření autoemisního proudu z SPM sond a z testování naměřených charakteristik.

25

Autoemisní mikroskop pro analýzu hrotu sondy podle tohoto technického řešení obsahuje:

30

- uzavíratelné pouzdro, které má alespoň jednu přípojovací přírubu pro připojení čerpacího zařízení a pozorovací přírubu, ke které je odnímatelně upevněné pozorovací víko s vestavěným pozorovacím sklem,

35

- autoemisní trysku, která je upevněna v pouzdře a obsahuje

40

- ložné těleso pro uložení sondy, které je přivrácené k pozorovacímu sklu,

- detekční sestavu, která je uspořádaná odnímatelně z autoemisní trysky a která obsahuje scintilátor, který je opatřený vodivým povlakem a který je uspořádaný s odstupem od ložného tělesa mezi ložným tělesem a pozorovacím sklem,

- přívodní drát pro přívod napájecího napětí na sondu, přičemž přívodní drát je elektricky propojený s ložným tělesem,

45

- výstupní drát, který je elektricky propojený s vodivým povlakem scintilátoru.

S výhodou detekční sestava obsahuje vodivou propojku, vodivý kolík a plochý měděný vodič, které jsou uspořádány tak, že plochý měděný vodič elektricky propojuje vodivou vrstvu scintilátoru s vodivou propojkou, do které je uchycen vodivý kolík, který vyčnívá z detekční sestavy.

50

Ve výhodném provedení autoemisní tryska obsahuje nosné těleso, ke kterému je uchycena izolační destička, ke které jsou se vzájemným rozstupem uchyceny konec přívodního drátu a konec výstupního drátu.

Přítom s výhodou na nosné těleso dosedá kryt, ve kterém je uchycena kleština, do které je z jedné strany vysouvatelně zasunutý vodivý kolík a z druhé strany je v ní uchycený konec výstupního drátu.

- 5 K izolační destičce je pak přednostně upevněn přívodní šroub, který je z elektricky vodivého materiálu a kolmo vystupuje z izolační destičky směrem ke scintilátoru, a který je pomocí propojovacího prvku elektricky propojený s přívodním drátem. Přívodní šroub má s výhodou na svém vnějším obvodu opěrný límec, přičemž k přívodnímu šroubu je připojen přitlačný dílec s vnějším přitlačným límcem, na který dosedá nosič, přičemž mezi přitlačným límcem a opěrným límcem je rozepřena tlačná pružina a přičemž ložné těleso je uloženo na nosiči.

Přítlačný dílec a ložné těleso jsou přednostně z elektricky vodivého materiálu, zatímco nosič je z nevodivého materiálu.

- 15 Autoemisní tryska s výhodou obsahuje distanční podložku uspořádanou pro vymezení vzdálenosti mezi scintilátorem a sondou nebo ložným tělesem.

Rovněž je výhodné, když pouzdro vymezuje dutinu ve tvaru šesticestného kříže.

- 20 Pouzdro má s výhodou protilehle k pozorovací přírubě uspořádanou montážní přírubu, ke které je odnímatelně upevněno montážní víko, a ve zvlášť výhodném provedení má pouzdro dvojici navzájem protilehle uspořádaných připojovacích přírub pro připojení čerpacích zařízení.

Zvlášť výhodné provedení autoemisního mikroskopu obsahuje

25

- alespoň jednu iontovou pumpu, která je svým vstupem připojena k připojovací přírubě, a

- počítač obsahující A/D převodník, přičemž tento počítač je propojen s výstupním kabelem přes A/D převodník.

30

Objasnění výkresů

- 35 Technické řešení je schématicky ilustrováno na přiložených výkresech, kde obr. 1 znázorňuje pohled na příkladné provedení komory autoemisního mikroskopu s autoemisní tryskou podle tohoto technického řešení, kde pouzdro komory je znázorněno v řezu, na obr. 2 je pohled na autoemisní trysku z obr. 1 při výměně sondy, na obr. 3 je řez částí autoemisní trysky z obr. 2, na obr. 4 je detail řezu autoemisní trysky a na obr. 5 je zjednodušené blokové schéma autoemisního mikroskopu.

40

Příklad uskutečnění technického řešení

- 45 Na obr. 1 je vyobrazena komora autoemisního mikroskopu podle tohoto technického řešení, přičemž pouzdro 1 komory je znázorněno v řezu.

Pouzdro 1 vymezuje 6-cestnou křížovou dutinu a má připojovací příruby 11 pro připojení čerpacích zařízení 6, přednostně ve formě iontových pump.

- 50 Pouzdro 1 má dále montážní přírubu 12, která je uzavíratelná montážním víkem 3 s vakuovými elektrickými průchodkami 35 pro přívodní drát 8 pro přívod napájecího napětí a pro výstupní drát 9 pro odvod měřeného proudu ze scintilátoru 42.

- 55 Všechny příruby 11, 12, 13 jsou přednostně typu DN 40 CF podle normy ISO 3669:2017 a jsou vakuotěsně uzavíratelné.

Přívodní drát 8 a výstupní drát 9 jsou propojitelné s napájecím zdrojem a.

5 Protilehle vzhledem k montážní přírubě 12 má pouzdro 1 uspořádánu pozorovací přírubu 13, která je uzavíratelná pozorovacím víkem 4 s vestavěným pozorovacím sklem 5 z křemičitého skla

K montážnímu víku 3 jsou upevněny stojiny 7.

10 Ke stojinám 7 je v pouzdře 1 v podstatě rovnoběžně s pozorovacím víkem 4 uchyceno nosné těleso 60, které obsahuje průchozí otvory 61 pro průchod přívodního drátu 8 a výstupního drátu 9. V průchozích otvorech 61 jsou pro zajištění elektrické izolace umístěny keramické podložky 64, kterými dráty 8, 9 prochází.

15 Nosné těleso 60 dále obsahuje vnitřní osazení 62, na které dosedá izolační destička 10 z elektricky nevodivého materiálu.

Nosné těleso 60 dále obsahuje vnější osazení 63, na které dosedá svou vnější obvodovou hranou kryt 65 nosného tělesa 60, který obsahuje centrální otvor.

20 Izolační destička 10 obsahuje první propojovací otvor 101 uzpůsobený pro připojení a uchycení přívodního drátu 8 pro přívod napájecího napětí pro sondu 40 a druhý propojovací otvor 102 pro připojení a uchycení výstupního drátu 9 pro odvod proudu ze scintilátoru 42.

25 Ve středové části izolační destičky 10 je uchycen přívodní šroub 84, který je pomocí propojovacího prvku 85 elektricky propojen s koncovou částí přívodního drátu 8 a který ční z izolační destičky 10 směrem k centrálnímu otvoru v krytu 65 nosného tělesa 60.

30 Ve druhém propojovacím otvoru 102 je uchycena kleština 92 tak, že vystupuje kolmo nahoru z izolační destičky 10 s odstupem od přívodního šroubu 84. Pomocí kleštiny 92 je v propojovacím otvoru 102 izolační destičky 10 uchycen výstupní drát 9.

35 Na přívodní šroub 84 je nasazený přítlačný dílec 86, který má vnější přítlačný límeč 87. Přívodní šroub 84 je opatřený opěrným límcem 89 a je na něm navléknuta tlačná pružina 50 tak, že je rozepřena mezi opěrným límcem 89 přívodního šroubu 84 a přítlačným límcem 87 přítlačného dílce 86.

Na přítlačném dílci 86 je navléknut nosič 88, který dosedá na přítlačný límeč 87 a přitom prochází centrálním otvorem krytu 65 nosného tělesa 60.

40 Jak je zřejmé zvláště z obr. 4, na nosiči 88, který je nevodivý, je upevněno ložné těleso 90, a to tak, že je našroubováno na přítlačný dílec 86. Na ložném tělese 90 je umístěna testovaná sonda 40.

45 Tlačná pružina 50 zajišťuje přítlačení sondy 40 k distanční podložce 41 a tím vymezení správné pracovní vzdálenosti sondy 40 od scintilátoru 42. Mírou zašroubování přívodního šroubu 84 do propojovacího prvku 85 je pro danou tlačnou pružinu 50 možné nastavit přítlačnou sílu. Osazení na nosiči 88 a krytu 65 nosného tělesa 60 napomáhá k zajištění polohy nosiče a celkové stability konstrukce.

50 Ke krytu 65 nosného tělesa 60 je pomocí tří šroubů M2 přišroubována detekční sestava, která obsahuje základnu 71 a krycí těleso 70, které mají navzájem lícující středové otvory, a k nim přichycený scintilátor 42.

55 Do středového otvoru v základně 71 detekční sestavy je vložen nevodivý dotlačovací dílec 72, na který je položena distanční podložka 41 a samotný scintilátor 42. Ten je pomocí vnitřního výřezu 32 nevodivého centrovacího kroužku 73 vystředěn ve středovém otvoru krycího tělesa 70.

Vzájemně komplementární osazení na jednotlivých dílech vymezuje vzájemnou polohu těchto dílů. Detekční sestava je stažena třemi šrouby M2 ze spodní strany.

5 Scintilátor 42 je vyrobený z yttrito-hlinitého granátu ($Y_3Al_5O_{12}$) dopovaného Cerem (YAG:Ce).
 Plocha scintilátoru 42 přivrácená směrem k sondě 40 je pokovena tenkou vodivou vrstvou hliníku, což umožňuje odvádět proud dopadajících elektronů ze scintilátoru 42. To je realizováno pomocí plochého měděného vodiče 74, který je uložený v detekční sestavě a je v elektrickém kontaktu jak s vrstvou hliníku na scintilátoru 42, tak s vodivou propojkou 93, do které je vsazený vodivý kolík 91, který ční z detekční sestavy. Vodivá propojka 93 je elektricky oddělena od základny 71
 10 a krycího dílce 70 pomocí izolačních dílců 94.

Při nasazení detekční sestavy na kryt 65 nosného tělesa 60 zajede vodivý kolík 91 do kleštiny 92 a tím se propojí scintilátor 42 s výstupním drátem 9.

15 Toto řešení umožňuje snadnou demontáž autoemisní trysky z komory a následnou snadnou výměnu testované sondy 40. Ustavení autoemisní trysky v blízkosti pozorovacího skla 5 díky stojinám 7 umožňuje jednodušší snímání obrazce na scintilátoru 42 přes pozorovací sklo 5 pozorovací příruby 4.

20 Samotná výměna testované sondy 40 je naznačena na obrázku 2. Po odšroubování tři šroubků M2 je možné sundat krycí těleso 70 i se scintilátorem 42. Sonda 40 je volně položena na ložném tělese 90.

25 Mikroskopická sonda 40, která sestává z nosné destičky a ostrého hrotu, je v autoemisním mikroskopu provozována v podmínkách ultra vysokého vakua (tlak 10^{-7} Pa), kde je k její charakterizaci využit autoemisní proud emitovaný z hrotu testované sondy 40, která je uložena na ložném tělese 90 s definovaným odstupem od scintilátoru 42 a jejíž hrot směřuje kolmo ke scintilátoru 42. Takto emitovaný proud je v autoemisním mikroskopu současně zaznamenáván a jeho stopa zobrazována za pomoci anody, kterou představuje scintilátor 42.

30 Vodivá vrstva na povrchu scintilátoru 42 sbírá autoemisní elektrony a umožňuje jejich následné vedení skrze vodivé součásti, tedy plochý měděný vodič 74, vodivou propojku 93, vodivý kolík 91, kleštinu 92 a výstupní drát 9, skrz montážní přírubu 12 a montážní víko 3.

35 Získaný proud je na výstupu z komory veden a zaznamenáván do počítače d. V počítači d je získaný signál za pomoci A/D převodníku digitalizován a ze získaných dat je vypočtena numerická charakteristika na bázi existující teorie (tzv. „Ortodoxní testování“). Zpracování signálu a jeho vyhodnocení může být realizováno speciálně vytvořeným softwarem.

40 Měření současně umožňují provádět testy zrychleného stárnutí, kdy může být dosažený proud až 100.000krát větší, než běžný provozní (tunelovací) proud a dále možnost sledovat stabilitu měřeného proudu s ohledem na odhalování nežádoucích flukтуаčních procesů.

45 Zpracování hodnot naměřeného autoemisního proudu lze založit na měření a vyhodnocování napětově-proudových charakteristik autoemisního proudu. Ortodoxní testování, implementované formou speciálního softwaru, představuje kvantitativní test založený na aktualizované Fowlerově-Nordheimově teorii, která se ukázala jako vhodná a zcela nedestruktivní metoda pro testování hrotů katod. Metoda je založena na analýze poměru mezi aplikovaným elektrostatickým polem a referenční hodnotou pole definovanou jako tzv. škálované pole (f_c). Test může být například
 50 založen na extrakci hodnot škálovaného pole z některého z hlavních analytických grafů v literatuře o autoemisi (Millikanův-Lauritsenův, Fowlerův-Nordheimův nebo Murphyho-Goodův graf) a porovnání výsledků s testovacími kritérii, která jsou založena na experimentálních hodnotách škálovaného pole (f_c), jež byly extrahovány z důvěryhodných publikací o autoemisi z wolframu v období mezi lety 1926 a 1972. Na bázi hodnot získaných z testování sond je tedy možno přímo
 55 srovnávat hroty sond a jejich fungování, a to zcela nedestruktivně.

U každé měřené sondy 40 lze takto získat komplexní sadu parametrů, která umožní sondy 40 přímo srovnávat.

- 5 Ačkoli byla popsána zvláště výhodná příkladná provedení, je zřejmé, že odborník z dané oblasti snadno nalezne další možné alternativy k těmto provedením. Proto rozsah ochrany není omezen na tato příkladná provedení, ale spíše je dán definicí přiložených nároků na ochranu.

NÁROKY NA OCHRANU

1. Autoemisní mikroskop pro analýzu hrotu sondy (40), **vyznačující se tím**, že obsahuje:

5 - uzavíratelné pouzdro (1), které má alespoň jednu připojovací přírubu (11) pro připojení čerpacího zařízení (c) a pozorovací přírubu (13), ke které je odnímatelně upevněné pozorovací víko (4) s vestavěným pozorovacím sklem (5),

- autoemisní trysku, která je upevněna v pouzdře (1) a obsahuje:

- ložné těleso (90) pro uložení sondy (40), které je přivrácené k pozorovacímu sklu (5),

10 - detekční sestavu, která je uchycená odnímatelně z autoemisní trysky a která obsahuje scintilátor (42), který je opatřený vodivým povlakem a který je uspořádaný s odstupem od ložného tělesa (90) mezi ložným tělesem (90) a pozorovacím sklem (5),

- přívodní drát (8) pro přívod napájecího napětí na sondu (40), přičemž přívodní drát (8) je elektricky propojený s ložným tělesem (90),

- výstupní drát (9), který je elektricky propojený s vodivým povlakem scintilátoru (42).

15 2. Autoemisní mikroskop podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že detekční sestava obsahuje vodivou propojku (93), vodivý kolík (91) a plochý měděný vodič (74), které jsou uspořádány tak, že plochý měděný vodič (74) elektricky propojuje vodivou vrstvu scintilátoru (42) s vodivou propojkou (93), do které je uchycen vodivý kolík (91), který vyčnívá z detekční sestavy.

20 3. Autoemisní mikroskop podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že autoemisní tryska obsahuje nosné těleso (60), ke kterému je uchycena izolační destička (10), ke které jsou se vzájemným rozstupem uchyceny konec přívodního drátu (8) a konec výstupního drátu (9).

4. Autoemisní mikroskop podle nároku 2 a 3, **vyznačující se tím**, že na nosné těleso (60) dosedá kryt (65), ve kterém je uchycena vodivá kleština (92), do které je z jedné strany vysouvatelně zasunutý vodivý kolík (91) a z druhé strany je v ní uchycený konec výstupního drátu (9).

25 5. Autoemisní mikroskop podle nároku 3 nebo 4, **vyznačující se tím**, že k izolační destičce (10) je upevněn přívodní šroub (84), který je z elektricky vodivého materiálu a kolmo vystupuje z izolační destičky (10) směrem ke scintilátoru (42), a který je pomocí propojovacího prvku (85) elektricky propojený s přívodním drátem (8).

30 6. Autoemisní mikroskop podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že přívodní šroub (84) má na svém vnějším obvodu opěrný límec (89), přičemž k přívodnímu šroubu (84) je připojen přítlačný dílec (86) s vnějším přítlačným límcem (87), na který dosedá nosič (88), přičemž mezi přítlačným límcem (87) a opěrným límcem (89) je rozepřena tlačná pružina (50) a přičemž ložné těleso (90) je uložené na nosiči (88).

35 7. Autoemisní mikroskop podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že přítlačný dílec (86) a ložné těleso (90) jsou z elektricky vodivého materiálu, zatímco nosič (88) je z elektricky nevodivého materiálu.

8. Autoemisní mikroskop podle kteréhokoli z nároků 1 až 7, **vyznačující se tím**, že autoemisní tryska obsahuje distanční podložku (41) uspořádanou pro vymezení vzdálenosti mezi scintilátorem (42) a sondou (40) nebo ložným tělesem (90).

40 9. Autoemisní mikroskop podle kteréhokoli z nároků 1 až 8, **vyznačující se tím**, že pouzdro (1) vymezuje dutinu ve tvaru šesticestného kříže.

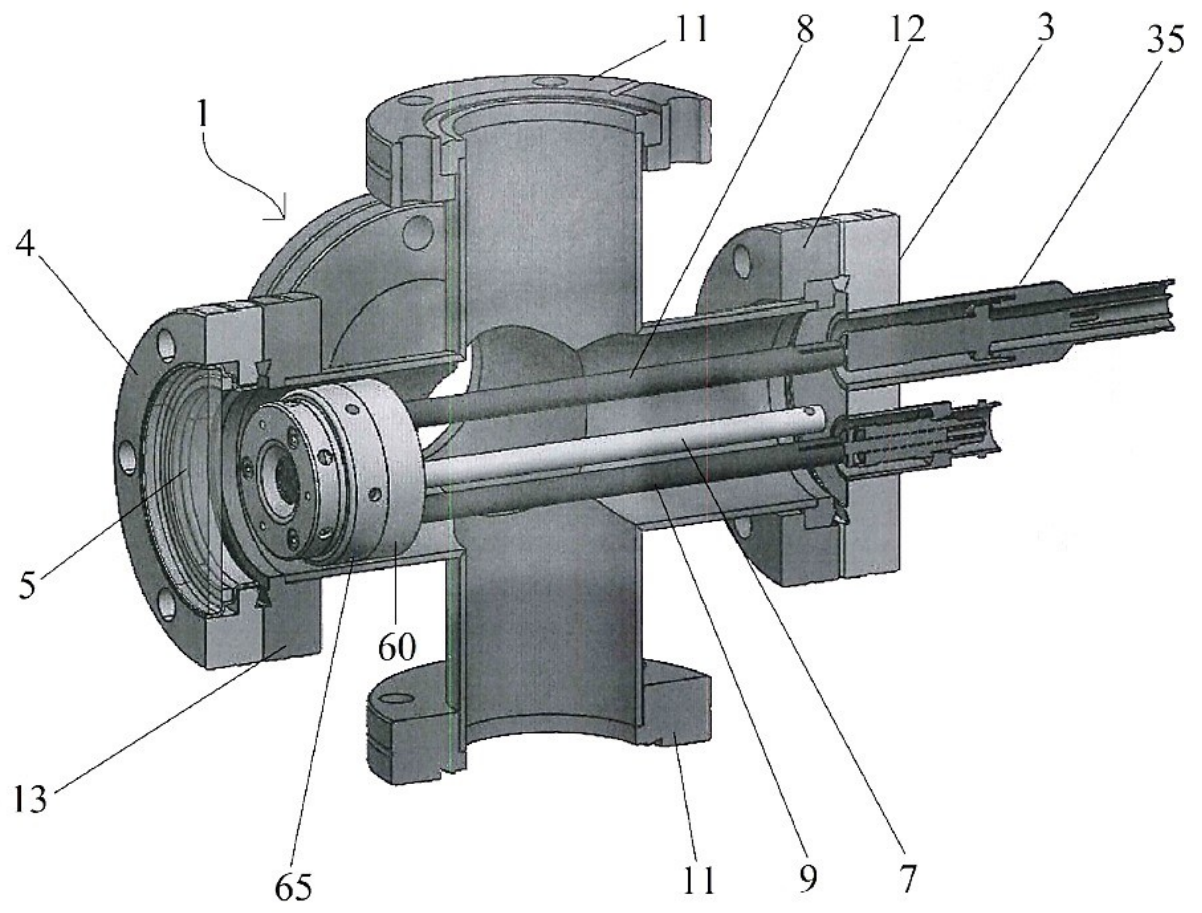
10. Autoemisní mikroskop podle kteréhokoli z nároků 1 až 9, **vyznačující se tím**, že pouzdro (1) má protilehle k pozorovací přírubě (13) uspořádanou montážní přírubu (12), ke které je odnímatelně upevněno montážní víko (3).

5 11. Autoemisní mikroskop podle kteréhokoli z nároků 1 až 10, **vyznačující se tím**, že pouzdro (1) má dvojici navzájem protilehle uspořádaných připojovacích přírub (11) pro připojení čerpacích zařízení (c).

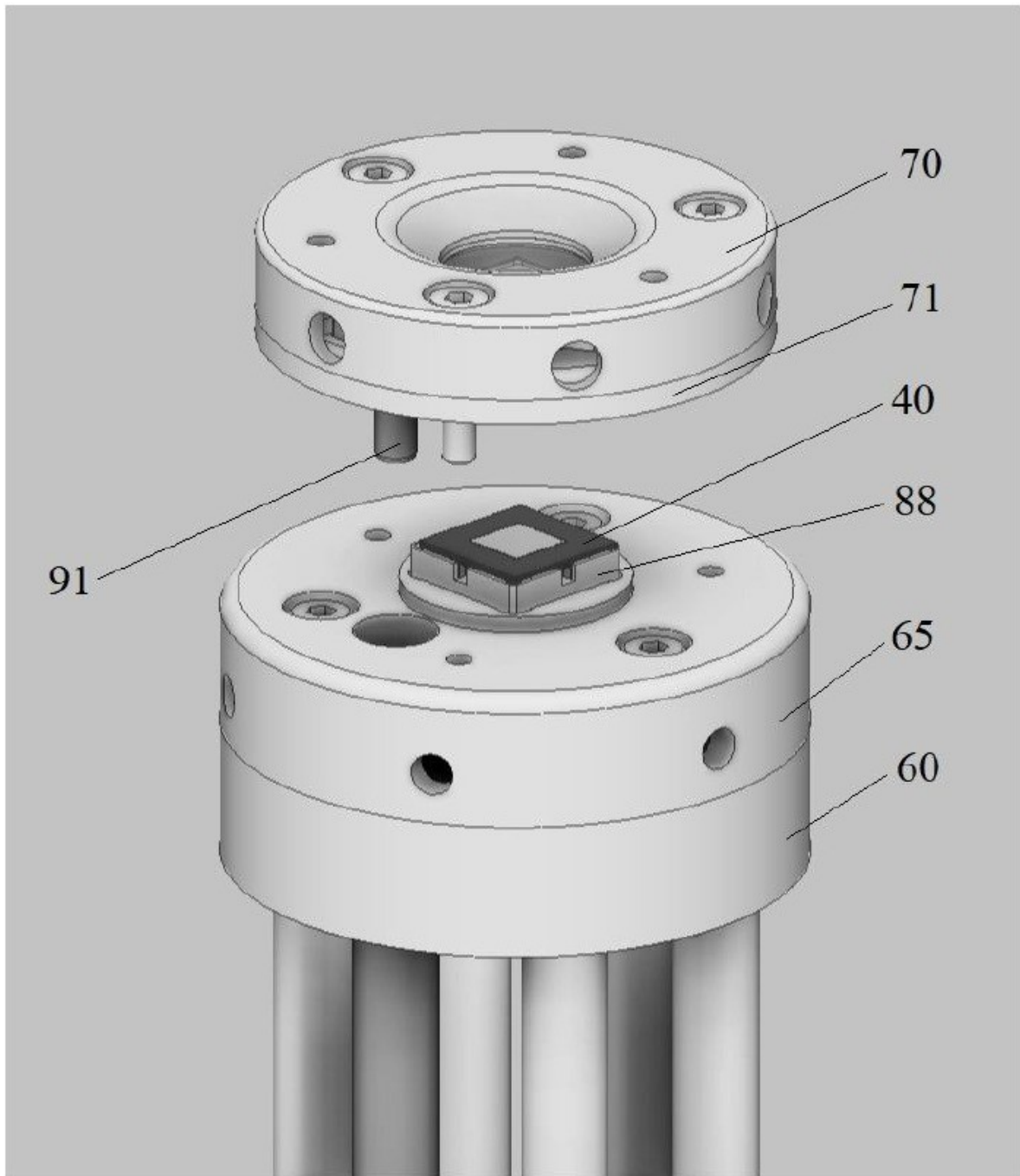
12. Autoemisní mikroskop podle kteréhokoli z nároků 1 až 11, **vyznačující se tím**, že obsahuje:

- alespoň jednu iontovou pumpu, která je svým vstupem připojena k připojovací přírubě (11), a
 - počítač (d) obsahující A/D převodník, přičemž tento počítač (d) je propojen s výstupním kabelem (9) přes A/D převodník.
- 10

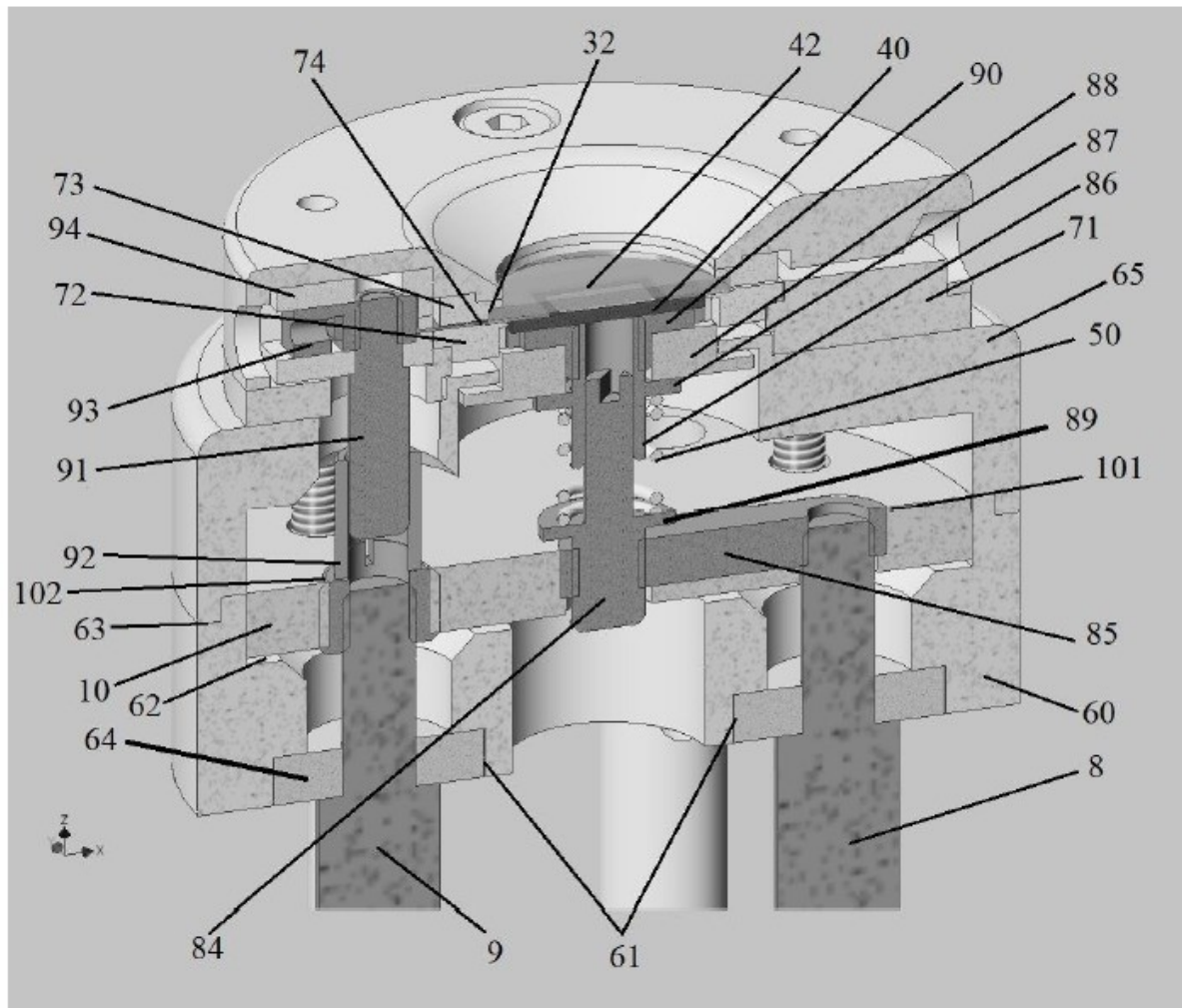
5 výkresů



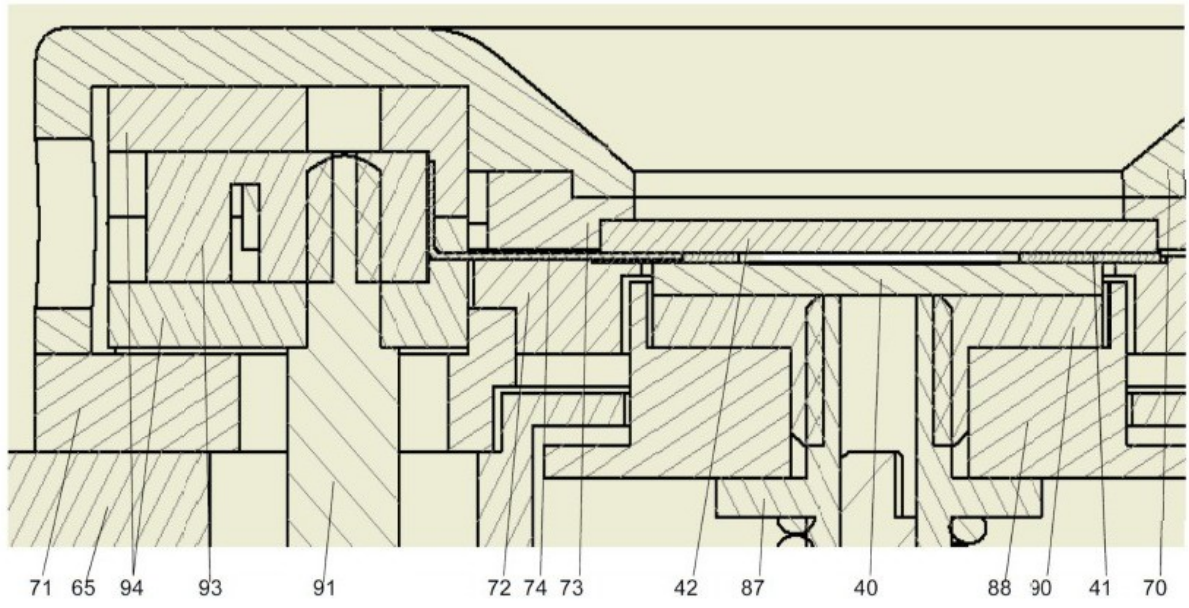
Obr. 1



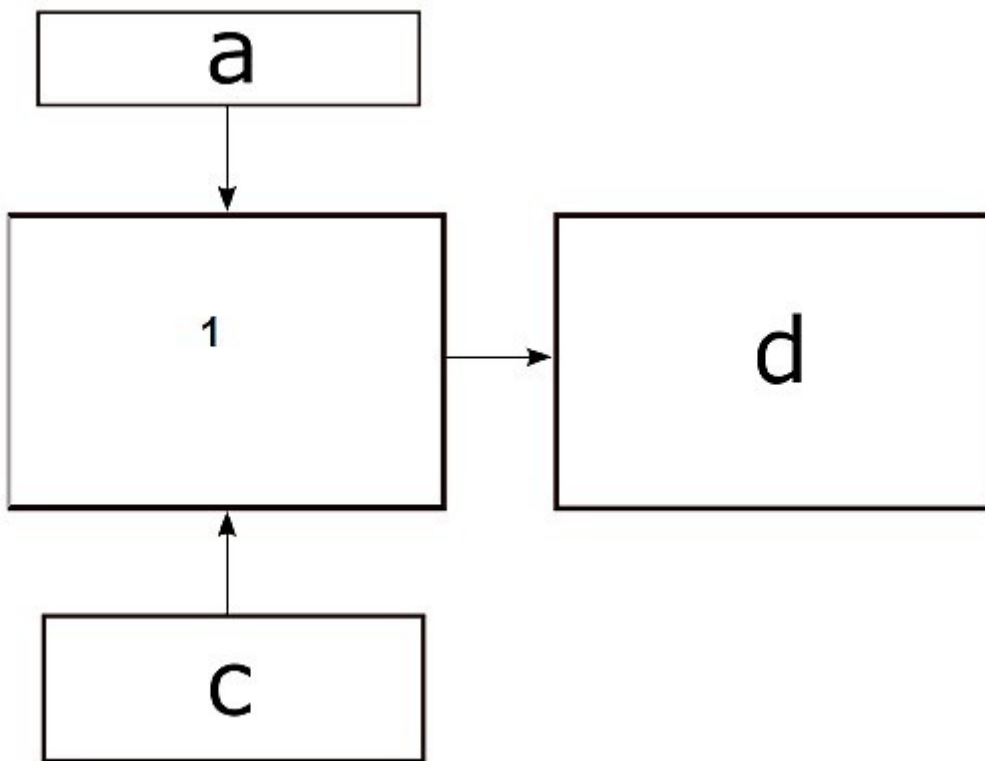
Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5