

# UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

## 33 320

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

**G01N 21/65** (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2019-36501**  
(22) Přihlášeno: **08.08.2019**  
(47) Zapsáno: **25.10.2019**

(73) Majitel:  
Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i., Brno,  
Královo Pole, CZ

(72) Původce:  
Ing. Mojmír Šerý, Ph.D., Brno, Kohoutovice, CZ  
Ing. Tadeáš Maňka, Horní Heřmanice, CZ  
prof. RNDr. Pavel Zemánek, Ph.D., Třebíč, Horka-  
Domky, CZ  
Mgr. Ota Samek, Dr., Tišnov, CZ  
Ing. Jan Ježek, Ph.D., Brno, Bystřice, CZ  
Mgr. Zdeněk Pilát, Ph.D., Brno, Žabovřesky, CZ

(74) Zástupce:  
KANIA, SEDLÁK, SMOLA, s.r.o., Mendlovo  
náměstí 907/1a, 603 00 Brno, Staré Brno

(54) Název užitého vzoru:  
**Zařízení pro vytvoření laserové pinzety  
připojitelné k ramanovskému mikroskopu**

CZ 33320 U1

## Zařízení pro vytvoření laserové pinzety připojitelné k ramanovskému mikroskopu

### Oblast techniky

5

Technické řešení se týká zařízení pro vytvoření laserové pinzety, které umožňuje snadné připojení laserové pinzety o požadované vlnové délce do optické cesty ramanovského mikroskopu. Předkládané technické řešení se tedy týká adaptéru, který může být lehce připojen, případně odpojen, mezi mikroskopový objektiv a tělo mikroskopu a umožní využít všech výhod optické pinzety a současně zachovávat většinu původních funkcí ramanovského mikroskopu.

10

### Dosavadní stav techniky

V posledních několika desetiletích došlo k velkému rozvoji využívání Ramanovy spektroskopie a to na přístrojích jak komerčně dostupných, tak sestavených v laboratoři. Samotný ramanovský přístroj neumožňuje využití optické pinzety.

15

Optická pinzeta slouží k manipulaci a fixaci malých objektů, jako jsou např. buňky.

20

Existuje zde tedy potřeba vytvoření adaptéru, který by umožňoval zkombinovat funkce ramanovského přístroje a optické pinzety.

### Podstata technického řešení

25

Výše uvedený úkol je vyřešen zařízením pro vytvoření laserové pinzety připojitelné k ramanovskému mikroskopu, které obsahuje:

30

- pouzdro, které obsahuje otvor pro optické propojení s objektivem, k němu protilehle uspořádaný otvor pro optické propojení s tělem mikroskopu a v boční stěně pouzdra uspořádaný otvor pro připojení invarového tělesa,

35

- nosič, na kterém jsou v dutině pouzdra navzájem kolmo uspořádána dichroidní zrcadlo a skleněné okénko,

40

- invarové těleso s průchozí dutinou, které je jedním koncem upevněné v otvoru v boční stěně pouzdra a jehož druhý konec je opatřen konektorem pro připojení optického vlákna,

45

- čočku uspořádanou přesuvně ve směru své optické osy v invarovém tělese, přičemž konektor, invarové těleso a čočka jsou uspořádány navzájem koaxiálně, jejich osa prochází dichroidním zrcadlem, svírá s ním úhel  $45^\circ$  a je kolmá ke společné ose otvoru pro optické propojení s objektivem a otvoru pro optické propojení s tělem mikroskopu.

50

Výhodné provedení zařízení dále obsahuje stavěcí matici pro posuv čočky v invarovém tělese a tubus, ve kterém je uložena čočka, a který je uložený v invarovém tělese a na své vnější straně opatřený kolíčky, přičemž stavěcí matice je navléknuta na invarovém tělese, a kolíčky tubusu procházející skrz podélné průchozí otvory v invarovém tělese a jsou v záběru s drážkou stavěcí matice.

55

Pouzdro je přednostně opatřené objímkou s vnitřním závitem, která tvoří stěny otvoru pro optické propojení s objektivem.

S výhodou jsou nosič s dichroidním zrcadlem a skleněným okénkem v dutině pouzdra uspořádány přestavitelně.

Přednostně dichroidní zrcadlo a skleněné okénko mají stejnou optickou tloušťku.

5 Rovněž je výhodné, když je nosič upevněn v dutině pouzdra pomocí šroubů, přičemž mezi vzájemnými dosedacími plochami pouzdra a nosiče je uspořádán první o-kroužek.

A v dalším výhodném provedení zařízení dále zahrnuje druhý o-kroužek, který je uspořádaný mezi vzájemnými dosedacími plochami pouzdra a invarového tělesa.

10

### Objasnění výkresů

15 Technické řešení je dále popsáno pomocí příkladných provedení znázorněných na výkresech, kde na obr. 1 je znázorněn řez zařízení pro vytvoření laserové pinzety, na obr. 2a je znázorněn půdorys, na obr. 2b nárys a na obr. 2c bokorys zařízení z obr. 1 a na obr. 3 je znázorněn izometrický pohled na zařízení z obr. 1 s připevněným mikroskopovým objektivem.

### Příklady uskutečnění technického řešení

20

Znázorněné provedení zařízení pro vytvoření optické pinzety, které je připojitelné k ramanovskému mikroskopu, zahrnuje pouzdro 1, které je uzpůsobeno pro upevnění k neznázorněnému tělu optického mikroskopu na jedné straně a k objektivu 10 mikroskopu na straně druhé.

25

V tomto příkladném provedení je pro účely připojení objektivu 10 k pouzdru 1 nalisována do pouzdra 1 mosazná objímka 8 s vnitřním závitem, do kterého může být zašroubován objektiv 10.

30

Pro upevnění pouzdra 1 k tělu optického mikroskopu je pouzdro 1 na straně odvrácené od objímky 8 opatřeno upevňovacím dílcem 9, který je zašroubován v těle mikroskopu a k pouzdru 1 je připojen šroubem umístěným v závitovém otvoru 91. Přesná poloha je zajištěna kónickým usazením upevňovacího dílce 9 a pouzdra 1.

35

Boční stěna pouzdra 1 je opatřena průchozím otvorem, do kterého je vsazeno invarové těleso 2 s průchozí dutinou, ve které je přemístitelně ustavena čočka 5 tak, že její optická osa je kolmá na osu pouzdra 1, resp. osu vnitřního závitu objímky 8 a vnějšího závitu upevňovacího dílce 9.

40

Čočka 5 je uspořádaná v tubusu 51, který je uspořádaný v invarovém tělese 2, na kterém je navléknuta stavěcí matice 4. Čočka 5 je přemístitelná pomocí stavěcí matice 4 ve směru optické osy čočky 5, a to díky tomu, že tubus 51 čočky 5 je pomocí tří kolíků 52 procházejících skrz obdélníkové otvory v invarovém tělese 2 propojen se stavěcí maticí 4. Kolíčky 52 volně kloužou v drážce stavěcí matice 4 a tím umožňují přemísťování tubusu 51 čočky 5.

45

Ke druhému konci invarového tělesa 2 je upevněn konektor 31 pro připojení optického vlákna 3. Konektor 31, invarové těleso 2, stavěcí matice 4 a čočka 5 jsou uspořádány navzájem souose.

Invarové těleso 2 je použito z důvodu zamezení vlivu teploty okolí na kvalitu generovaného svazku záření.

50

V pouzdře 1 je přemístitelně uspořádaný vnitřní nosič 6, ke kterému je přilepeno dichroidní zrcadlo 7 nakloněné vůči ose vnitřního závitu objímky 8 (za provozu také vůči optické ose mikroskopového objektivu 10) pod úhlem 45° a skleněné okénko 11 svírající s osou vnitřního závitu objímky 8 úhel 45° a zároveň s dichroidním zrcadlem 7 úhel 90°. Skleněné okénko 11 je s výhodou opatřeno antireflexní vrstvou pro ramanovský svazek a vyzařovanou část optického spektra a má optickou tloušťku, která je shodná s optickou tloušťkou dichroidního zrcadla 7.

55

Dichroidní zrcadlo 7 je uspořádáno v dráze osy čočky 5 a se sklonem  $45^\circ$  vzhledem k ní. Nosič 6 dichroidního zrcadla 7 je připevněn třemi šrouby 61 k pouzdru 1 a je možné s ním jemně natáčet, když jsou tyto šrouby 61 povoleny. Toto slouží k nastavení polohy a natočení dichroidního zrcadla 7 vůči vstupnímu svazku. Ke změně úhlu dichroidního zrcadla 7 vůči optické ose slouží pružný první o-kroužek 62 umístěný mezi nosič 6 a pouzdro 1. Díky pružnosti první o-kroužku 62 lze jemně měnit úhel povolováním a utahováním šroubů 61 k závěrečné fixaci a k jemnému doladění úhlu a polohy dichroidního zrcadla 7 slouží tři stavěcí šrouby umístěné v závitových otvorech 63.

Po sesouhlasení optické osy optického vlákna 3 s optickou osou čočky 5 je invarové těleso 2 pevně uchyceno ve stěně pouzdra 1 pomocí čtyř šroubů 22. K jemnému doladění optické osy slouží druhý o-kroužek 21, který slouží jako tlačná pružina a povolováním a utahováním šroubů 22 lze jemně měnit náklon optické osy invarového tělesa 2 vůči pouzdru 1. Ke konečnému sesouhlasení optické osy mikroskopového objektivu a transformovaného svazku dojde za pomoci rotace, případně axiálního posunu nosiče 6 a s ním i dichroidního zrcadla 7. Záření šířící se z optického vlákna 3, prochází dutinou invarového tělesa 2 a je kolimováno čočkou 5.

Následně je svazek paprsků odražen dichroidním zrcadlem 7 do zadní apertury mikroskopového objektivu. Toto zrcadlo 7 má vakuově napařenu soustavu dielektrických vrstev tak, aby ve směru šíření laserového svazku docházelo k co nejvyššímu odrazu dopadajícího svazku určeného k optickému chytání a aby naopak při průchodu ramanovského excitačního svazku a vyzařovaného emisního spektra docházelo ke ztrátám co nejnižším. Po odrazu na dichroidním zrcadle 7 se svazek šíří ve směru optické osy mikroskopového objektivu 10. Po průchodu svazku mikroskopovým objektivem 10 je svazek záření fokusovaný do difrakčně limitované stopy v ohniskové rovině mikroskopového objektivu 10. Při průchodu svazku přes dichroidní zrcadlo 7 nenulové tloušťky sice dojde k posunutí obrazu v obrazové rovině mikroskopu, ale díky antireflexně vrstvenému skleněnému okénku 11, které má optickou tloušťku shodnou s dichroidním zrcadlem 7 a je ustaveno v dráze svazku, se tento posun kompenzuje.

Zařízení podle tohoto technického řešení umožňuje snadné zavedení dodatečného svazku záření u ramanovského mikroskopu, který nebyl při výrobě pro tyto účely upraven. Popsané zařízení lze snadno připojit a odpojit na velkou většinu dostupných ramanovských mikroskopů a lze použít v těchto mikroskopech k laserové mikromanipulaci za co nejnižších pořizovacích nákladů. Řešení vychází ze skutečnosti, že současné modely mikroskopů jsou z důvodu rychlé vyměnitelnosti objektivů vybaveny standardizovanými typy závitů a prezentované zařízení lze snadno do těchto závitů připojit.

Předkládané technické řešení se tak týká zařízení, které může být lehce připojeno, případně odpojeno, mezi mikroskopový objektiv a tělo mikroskopu a umožňuje využít všech výhod optické pinzety a současně zachovává většinu původních funkcí ramanovského mikroskopu. Výhodou tohoto zařízení jsou velmi malé rozměry, jednoduchá obsluha. Odpadá potřeba jakéhokoli nastavování uživatelem.

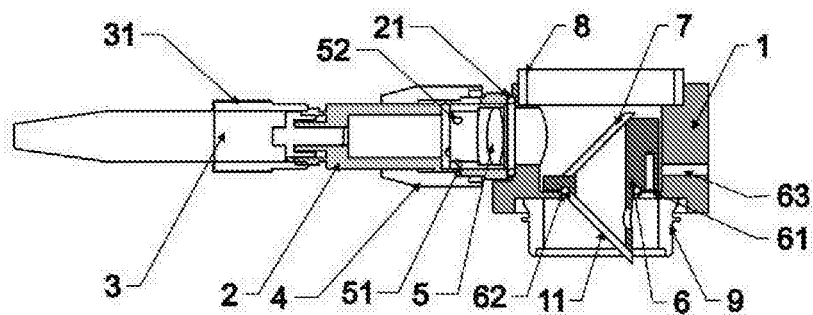
#### Průmyslová využitelnost

Zařízení podle tohoto technického řešení je využitelné všude tam, kde je žádoucí modulární rozšíření přístroje pro Ramanovu spektroskopii o optické chytání pro manipulaci a fixaci malých předmětů - např. buněk, např. bakterií, a tím zlepšení jeho aplikačních možností, zejména v biologii a lékařství.

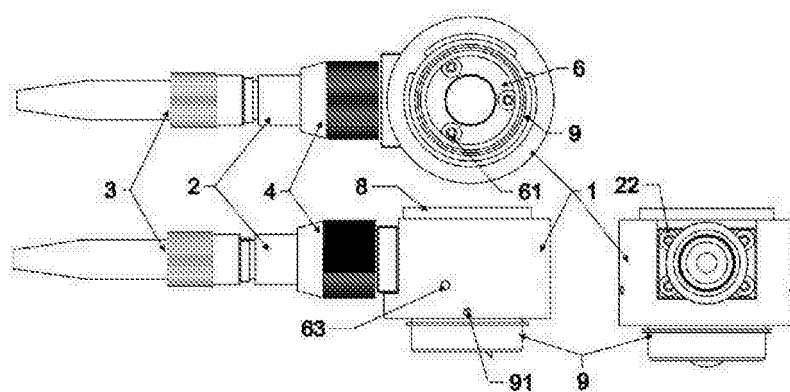
## NÁROKY NA OCHRANU

1. Zařízení pro vytvoření laserové pinzety připojitelné k ramanovskému mikroskopu, **vyznačující se tím**, že obsahuje:
- 5 - pouzdro (1), které obsahuje otvor pro optické propojení s objektivem (10), k němu protilehle uspořádaný otvor pro optické propojení s tělem mikroskopu a v boční stěně pouzdra (1) uspořádaný otvor pro připojení invarového tělesa (2),
  - nosič (6), na kterém jsou v dutině pouzdra (1) navzájem kolmo uspořádána dichroidní zrcadlo (7) a skleněné okénko (11),
  - invarové těleso (2) s průchozí dutinou, které je jedním koncem upevněné v otvoru v boční stěně pouzdra (1) a jehož druhý konec je opatřený konektorem (31) pro připojení optického vlákna (3),
  - 15 - čočku (5) uspořádanou přesuvně ve směru své optické osy v invarovém tělese (2), přičemž konektor (31), invarové těleso (2) a čočka (5) jsou uspořádány navzájem koaxiálně, jejich osa prochází dichroidním zrcadlem (7), svírá s ním úhel  $45^\circ$  a je kolmá ke společné ose otvoru pro optické propojení s objektivem (10) a otvoru pro optické propojení s tělem mikroskopu.
- 20 2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že dále obsahuje stavěcí matici (4) pro posuv čočky (5) v invarovém tělese (2) a tubus (51), ve kterém je uložena čočka (5) a který je uložený v invarovém tělese (2) a na své vnější straně opatřený kolíčky (52), a, přičemž stavěcí matice (4) je navléknuta na invarovém tělese (2) a kolíčky (52) tubusu (51) procházející skrz podélné průchozí otvory v invarovém tělese (2) a jsou v záběru s drážkou
- 25 stavěcí matice (4).
3. Zařízení podle kteréhokoli z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že pouzdro (1) je opatřené objímkou (8) s vnitřním závitem, která tvoří stěny otvoru pro optické propojení s objektivem (10).
- 30 4. Zařízení podle kteréhokoli z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že nosič (6) s dichroidním zrcadlem (7) a skleněným okénkem (11) jsou v dutině pouzdra (1) uspořádány přestavitelně.
- 35 5. Zařízení podle kteréhokoli z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že dichroidní zrcadlo (7) a skleněné okénko (11) mají stejnou optickou tloušťku.
6. Zařízení podle kteréhokoli z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že nosič (6) je upevněn v dutině pouzdra (1) pomocí šroubů (61), přičemž mezi vzájemnými dosedacími
- 40 plochami pouzdra (1) a nosiče (6) je uspořádán první o-kroužek (62).
7. Zařízení podle kteréhokoli z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že dále zahrnuje druhý o-kroužek (21), který je uspořádaný mezi vzájemnými dosedacími plochami pouzdra (1) a invarového tělesa (2).
- 45

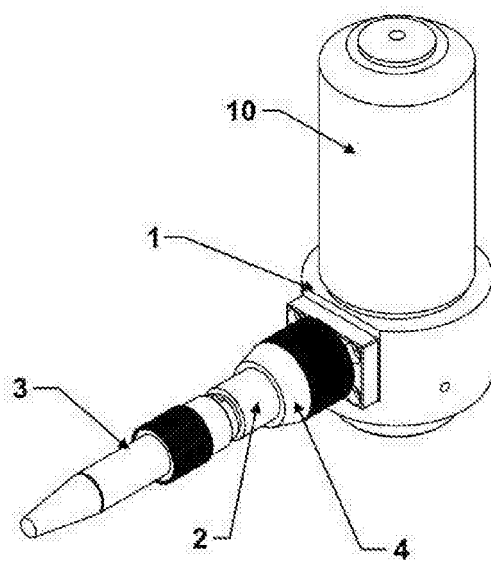
2 výkresy



Obr. 1



Obr. 2a, 2b, 2c



Obr. 3