

ÚRAD PRIEMYSELNÉHO VLASTNÍCTVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

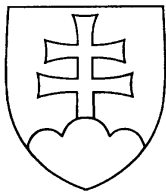


PATENTOVÁ LISTINA

Úrad priemyselného vlastníctva Slovenskej republiky udelil podľa § 44 ods. 4 zákona č. 435/2001 Z. z. o patentoch, dodatkových ochranných osvedčeniach a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov patent

číslo **289367**

na vynález, ktorý je opísaný v priloženom dokumente.



ÚRAD
PRIEMYSELNÉHO
VLASTNÍCTVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

PATENTOVÝ SPIS

- (21) Číslo prihlášky: **50027-2023**
(22) Dátum podania prihlášky: **28. 4. 2023**
(30) Údaje o priorite:
(40) Dátum zverejnenia prihlášky: **20. 11. 2024**
Vestník ÚPV SR č.: **22/2024**
(45) Dátum oznámenia o sprístupnení dokumentu: **15. 10. 2025**
Vestník ÚPV SR č.: **19/2025**
(62) Číslo pôvodnej prihlášky v prípade vylúčenej prihlášky:
(67) Číslo pôvodnej prihlášky úžitkového vzoru v prípade odbočenia:
(86) Číslo podania medzinárodnej prihlášky podľa PCT:
(87) Číslo zverejnenia medzinárodnej prihlášky podľa PCT:
(96) Číslo podania európskej patentovej prihlášky:

(11) Číslo dokumentu:

289367

(13) Druh dokumentu: **B6**

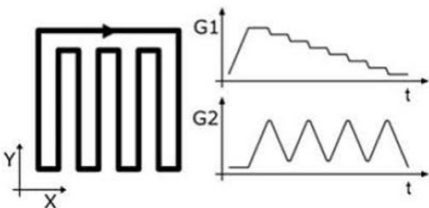
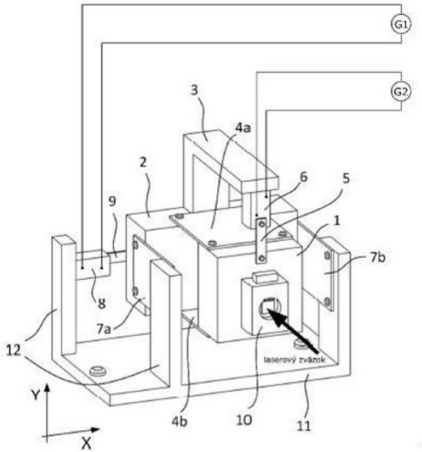
(51) Int. Cl.:

G01N 21/01 (2006.01)
G01N 21/65 (2006.01)

- (73) Majiteľ: **SAFTRA photonics, s.r.o., Košice, SK;**
(72) Pôvodca: **Miškovský Pavol, prof. RNDr., DrSc., Bratislava, SK;**
Bánó Gregor, doc. Mgr., PhD., Košice, SK;
(74) Zástupca: **ROTT & RÚŽIČKA, Patentová, známková a právna kancelária, s. r. o., Bratislava, SK;**

(54) Názov: **Zariadenie na polohovanie vzorky v prenosnom Ramanovom spektrometri, spôsob polohovania vzorky, použitie zariadenia a prenosný Ramanov spektrometer obsahujúci uvedené zariadenie**

(57) Anotácia:
Predkladaným vynálezom je zariadenie na polohovanie vzorky pri meraní povrchovo zesilneného Ramanovho rozptylu v prenosnom Ramanovom spektrometri, ktoré obsahuje prvý pohyblivý prvok (1) s držiakom (10) vzorky umiestneným na jeho prednej strane; druhý pohyblivý prvok (2) usporiadaný rovnobežne s prvým pohyblivým prvkom (1) a za ním, obsahujúci rameno (3) v tvare L smerujúce k prvému pohyblivému prvku (1) a nadeň alebo podeň; aspoň jednu ohybnú konzolu (4) pripevnenú na prvý a druhý pohyblivý prvok (1, 2) na ich vrchnej alebo spodnej strane na vychýlenie prvého pohyblivého prvku (1) proti druhému pohyblivému prvku (2) vo vertikálnom smere pomocou piezoelektrického aktuátora (6) umiestneného na ramene (3) druhého pohyblivého prvku (2), napájaného generátorom (G2) napäťových signálov a prepojeného s prvým pohyblivým prvkom (1) prostredníctvom flexibilného člena (5); a aspoň jednu ohybnú konzolu (7) pripevnenú svojím jedným koncom na druhý pohyblivý prvok (2) na jeho ľavej alebo pravej strane a svojím druhým koncom na určitý statický prvok na vychýlenie druhého pohyblivého prvku (2) pohybujúceho sa spoločne s prvým pohyblivým prvkom (1) proti určitému statickému prvku v horizontálnom smere pomocou piezoelektrického aktuátora (8), umiestneného na určitom statickom prvku spektrometra, napájaného generátorom (G1) napäťových signálov a prepojeného s druhým pohyblivým prvkom (2) prostredníctvom flexibilného člena (9). Uvedené zariadenie môže ďalej obsahovať samostatný statický prvok pozostávajúci z podstavy (11) a aspoň dvoch vertikálnych statických častí (12). Súčasťou predkladaného vynálezu je aj spôsob polohovania vzorky, použitie zariadenia na polohovanie vzorky a prenosný Ramanov spektrometer obsahujúci uvedené zariadenie na polohovanie vzorky.



Oblasť techniky

Vynález sa týka zariadenia na polohovanie vzorky pri meraní povrchovo zosilneného Ramanovho rozptylu, pričom takýmto polohovaním vzorky sa dosiahne zvýšenie reprodukovateľnosti merania povrchovo zosilneného Ramanovho rozptylu pri detekcii veľmi nízkych koncentrácií látok. Vynález sa taktiež týka spôsobu polohovania vzorky pri takomto meraní, použitia tohto zariadenia a taktiež spektrometra, ktorý uvedené zariadenie obsahuje.

Doterajší stav techniky

V súčasnosti narastá dopyt po detekcii nízkych, tzv. stopových koncentrácií látok v životnom prostredí (voda, pôda, vzduch), potravinách alebo biologických systémoch, či už z legislatívnych dôvodov, alebo z dôvodov ochrany životného prostredia, ľudského zdravia, života. Ako vhodná analytická technika sa už niekoľko desaťročí ukazuje povrchovo zosilnená Ramanova spektroskopia (SERS), ktorá je založená na technike povrchovo zosilneného Ramanovho rozptylu. Táto technika využíva plazmóny vybudené svetlom v kovových nanočasticiach na intenzifikáciu elektromagnetického poľa a následné zosilnenie signálu z Ramanovho rozptylu. Technicky SERS závisí od existencie tzv. horúcich bodov –hot spots (HS) nachádzajúcich sa v štruktúre plazmonických nanočastíc. Signál z Ramanovho rozptylu detegovaných molekúl je viacnásobne zosilnený v mieste HS. Tento signál sa potom pomocou Ramanovho spektrometra deteguje a následne sa vyhodnocuje.

Spoločne s potrebou detekcie nízkych koncentrácií látok ide ruka v ruke požiadavka na nízku cenu analýz, skrátenie času potrebného na získanie výsledkov, ideálne bez potreby dopravovať vzorky do laboratória (teda vykonania analýzy priamo v mieste odberu vzorky pomocou prenosného analytického zariadenia) a bez zložitej predúpravy vzorky pred samotnou analýzou.

Ideálnym riešením na zabezpečenie analýzy priamo na mieste odberu vzorky, ktorá je cenovo výhodná, rýchla a spoľahlivá, je získanie vzorky so SERS aktívnym povrchom, ktorú je možné analyzovať použitím prenosného spektrometra. Rozloženie HS na SERS aktívnom povrchu tvoreného nanočasticami rôzneho tvaru a rozmerov je nerovnomerné. Nakoľko sa na excitáciu plazmónov používa laserový zväzok silno sústredený na SERS aktívny povrch vzorky, počet HS zasiahnutých laserovým žiarením sa mení náhodne v závislosti od miesta ožiarenia, čo spôsobí nerovnomernosť rozloženia SERS signálu na povrchu vzorky. Táto nerovnomernosť signálu limituje reprodukovateľnosť meraní.

Reprodukovateľnosť signálu sa dá zvýšiť ožiarení väčšieho počtu HS počas detekcie SERS signálu. Možným riešením je polohovanie zväzku optického žiarenia (zvyčajne zväzku laserového žiarenia) dopadajúceho na SERS aktívny povrch vzorky. Nevýhodou polohovania laserového zväzku je zásah do optickej časti Ramanovho spektrometra, čo vedie k značnému nárastu zložitosti systému. Druhým možným riešením je polohovanie vzorky so SERS aktívnym povrchom vzhľadom na dopadajúci zväzok. Podobné polohovanie vzorky je vo veľkých Ramanových spektrometroch kombinovaných s mikroskopom zabezpečené pomocou motorizovaného stolčeka. Tieto stolčeky sú kvôli ich veľkým rozmerom nevhodujúce na polohovanie vzorky so SERS aktívnym povrchom v prenosnom Ramanovom spektrometri s limitovaným využiteľným priestorom.

Cieľom predkladaného vynálezu je teda poskytnúť zariadenie na polohovanie vzorky pri meraní povrchovo zosilneného Ramanovho rozptylu, ktoré bude malých rozmerov, aby ho bolo možné umiestniť vnútri prenosného Ramanovho spektrometra, bude fungovať presne a spoľahlivo s dlhou životnosťou a bude odolné proti vonkajším vplyvom, aby odolávalo otrasom pri prenášaní zariadenia.

Podstata vynálezu

Uvedené nedostatky do značnej miery odstraňuje zariadenie na presné polohovanie vzorky so SERS aktívnym povrchom vzhľadom na dopadajúci zväzok laserového žiarenia v prenosnom Ramanovom spektrometri, ktoré tvorí podstatu predkladaného vynálezu.

Zariadenie na polohovanie vzorky podľa predkladaného vynálezu obsahuje dva pohyblivé prvky 1, 2 vzájomne prepojené prostredníctvom aspoň jednej ohybnej konzoly 4, spájajúcej svojimi dvomi koncami navzájom buď vrchné strany uvedených pohyblivých prvkov, alebo ich spodné strany, pričom prvý pohyblivý prvok 1 je vychýliteľný vzhľadom na druhý pohyblivý prvok vo vertikálnom smere a prvý a druhý pohyblivý prvok 1, 2 prepojené ohybnou konzolou 4 sú spoločne vychýliteľné v horizontálnom smere vzhľadom na určitý statický prvok prenosného spektrometra, v ktorom je zariadenie obsiahnuté. Výhodne sa použijú dve konzoly 4a, 4b, jedna na spojenie vrchných strán pohyblivých prvkov 1, 2 a druhá na spojenie spodných strán pohyblivých prvkov 1, 2, pričom sú tieto dve konzoly 4a, 4b navzájom rovnobežné. Táto aspoň jedna ohybná konzola 4 umožňuje

pohyb prvého pohyblivého prvku 1 vzhľadom na druhý pohyblivý prvok 2 vo vertikálnom smere. Prvý pohyblivý prvok 1 má na svojej prednej strane poskytnutý držiak 10 vzorky. Druhý pohyblivý prvok 2 je vzhľadom na prvý pohyblivý prvok usporiadaný za ním, teda predná strana druhého pohyblivého prvku 2 je privrátená k zadnej strane prvého pohyblivého prvku 1 a obidva pohyblivé prvky sú navzájom rovnobežné. Druhý pohyblivý prvok 2 obsahuje rameno 3 v tvare L, ktorého jeden koniec je pripevnený na vrchnú stranu druhého pohyblivého prvku 2, výhodne v jeho stredovej časti, a jeho druhý, voľný koniec smeruje k prvému pohyblivému prvku 1 a nadeň. Rovnako toto rameno 3 v tvare L môže byť jedným koncom pripevnené na spodnú stranu druhého pohyblivého prvku 2 v jeho stredovej časti a jeho druhý, voľný koniec bude smerovať k prvému pohyblivému prvku 1 a podeň. Vertikálny posun prvého pohyblivého prvku 1 vzhľadom na druhý pohyblivý prvok 2 je zabezpečený prostredníctvom piezoelektrického aktuátora 6 umiestneného na druhom, voľnom konci ramena 3 druhého pohyblivého prvku 2 tak, že smeruje kolmo dole na vrchnú stranu (v uskutočnení s ramenom L smerujúcim dole smeruje aktuátor zodpovedajúco kolmo hore na spodnú stranu) prvého pohyblivého prvku 1 a je s týmto spojený prostredníctvom flexibilného člena 5. Piezoelektrický aktuátor 6 je napájaný generátorom G2 napäťových signálov. Pohyb prvého pohyblivého prvku 1 v horizontálnom smere je vyvolaný horizontálnym pohybom druhého pohyblivého prvku 2, ktorý sa na prvý pohyblivý prvok 1 prenáša prostredníctvom aspoň jednej ohybnej konzoly 7 spájajúcej pravú alebo ľavú bočnú stranu druhého pohyblivého prvku 2 s určitým statickým prvkom prenosného spektrometra. Výhodne sa použijú dve konzoly 7a, 7b, jedna na spojenie pravej bočnej strany druhého pohyblivého prvku 2 s určitým statickým prvkom spektrometra a druhá na spojenie ľavej bočnej strany druhého pohyblivého prvku 2 s určitým statickým prvkom spektrometra, pričom sú tieto dve konzoly 7a, 7b rovnobežné. Horizontálny posun druhého pohyblivého prvku 2, s ktorým sa súčasne posúva aj prvý pohyblivý prvok 1 so vzorkou v držiaku 10 vzorky, je zabezpečený prostredníctvom piezoelektrického aktuátora 8 spojeného s určitým statickým prvkom a umiestneného v rovnakej rovine s druhým pohyblivým prvkom 2, s ktorým je spojený prostredníctvom flexibilného člena 9. Piezoelektrický aktuátor 8 je napájaný generátorom G1 napäťových signálov. Určitý statický prvok na pripojenie aspoň jednej konzoly 7 je z hľadiska úspory miesta a čo možno najlepšej stability zariadenia na polohovanie vzorky podľa predkladaného vynálezu výhodne umiestnený v priestore pred prednou stranou druhého pohyblivého prvku 2, teda smerom k prvému pohyblivému prvku 1. Je však možné aj jeho umiestnenie v priestore za zadnou stranou druhého pohyblivého prvku 2, teda smerom od druhého pohyblivého prvku 2.

Vzájomné prepojenie jednotlivých konštrukčných častí zariadenia na polohovanie vzorky je zabezpečené pomocou spojovacích prostriedkov. Takýmito prostriedkami môžu byť napríklad skrutky, nity, lepené spoje, zvarané spoje a podobne. Výhodne sú kvôli jednoduchosti montáže a taktiež kvôli možnosti opätovne zariadenie rozobrať a vymeniť jednotlivé časti v prípade opotrebovania použité skrutky.

Vzájomné priestorové usporiadanie jednotlivých konštrukčných častí zariadenia na polohovanie vzorky je navrhnuté tak, aby zaberalo čo najmenej miesta. Odborník v danej oblasti bude schopný v rozmiestnení konštrukčných častí zariadenia vykonať také zmeny, ktoré nespôsobia principiálne zmeny vo fungovaní zariadenia ako celku. Aj takéto zmeny vzájomného priestorového usporiadania jednotlivých konštrukčných častí zariadenia na polohovanie vzorky spadajú do rozsahu predkladaného vynálezu.

Pojmom „určitý statický prvok spektrometra“ sa myslí vertikálny statický prvok tvoriaci súčasť spektrometra, ako je napríklad vertikálny rám spektrometra, prípadne na účely upevnenia aspoň jednej ohybnej konzoly 7 a piezoelektrického aktuátora 8 integrálne vytvorené vertikálne súčasti spektrometra.

Voliteľne môže byť súčasťou zariadenia na polohovanie vzorky samostatný statický prvok tvorený horizontálnou podstavou 11, ktorou sa tento statický prvok pevne ukotví ku kostre Ramanovho spektrometra aspoň dvomi vertikálnymi časťami 12 (ktoré sú ekvivalentné určitému statickému prvku, ako bol definovaný), ktoré vystupujú z horizontálnej podstavy vo vertikálnom smere, na upevnenie aspoň jednej ohybnej konzoly 7 a piezoelektrického aktuátora 8. Tento samostatný statický prvok však netvorí nutnú súčasť predkladaného zariadenia na polohovanie vzorky. Pevné ukotvenie statického prvku 11 ku kostre spektrometra sa výhodne uskutoční pomocou skrutiek, nakoľko takéto ukotvenie umožňuje jemné doladenie polohy zariadenia na polohovanie vzorky vzhľadom na ostatné súčasti spektrometra, najmä vzhľadom na zariadenie emitujúce laserové žiarenie a následne vzhľadom na dopadajúci zväzok laserového žiarenia.

Pojmami „vertikálny smer“ a „horizontálny smer“ v zmysle opisu pohybu pohyblivých častí 1, 2 sa rozumie, že hoci sa uvádza, že dochádza k pohybu v daných smeroch na základe vychýlenia konzol 4, 7, ktoré nie je v daných smeroch priamočiare, ide o priblíženie, ktoré sa urobilo v dôsledku toho, že vychýlenie konzoly, ktoré je na úrovni niekoľkých desiatín milimetra v porovnaní s dĺžkou konzoly rádovo niekoľko centimetrov, možno považovať za priamočiare, hoci ním v skutočnosti nie je. V skutočnosti ide o pohyb v podstate vo vertikálnom či v podstate horizontálnom smere. Konštrukčne je tento nesúlad (nepriamočiary pohyb vyvolaný priamočiarym pohybom piezoelektrického aktuátora) vyriešený použitím flexibilného člena 5, 9 na funkčné prepojenie príslušného piezoelektrického aktuátora s príslušnou prvou alebo druhou pohyblivou časťou 1, 2.

Na správne a jednoznačné pochopenie priestorového usporiadania zariadenia na polohovanie vzorky, v predkladanej prihláške opisovaného pomocou pojmov vertikálny, horizontálny, horný, dolný, pravý, ľavý, bočný, vrchný, spodný, sú na priložených obrázkoch 1 a 2 vyznačené smery osí x a y dvojdimenzionálnej súradnicovej sústavy definujúcej pohyb zariadenia na polohovanie vzorky, ktorá zodpovedá súradnicovej sústave definujúcej trajektóriu laserového zväzku po povrchu vzorky, pričom smer, v akom laserový zväzok dopadá na vzorku, je na obrázku 1 taktiež znázornený šípkou so slovným označením „laserový zväzok“. Uvedené pojmy je teda potrebné v kontexte prihlášky chápať vzhľadom na danú vzťažnú sústavu a nie vzhľadom na polohu samotného spektrometra či všeobecné chápanie vertikálneho a horizontálneho smeru v zmysle zemského horizontu. Odborníkovi v danej oblasti techniky bude z uvedeného opisu zrejmý princíp vzájomného posunu jednotlivých súčastí zariadenia na polohovanie vzorky a bude preto schopný vykonať modifikácie vo vzájomnej polohe jednotlivých funkčných častí tak, aby sa zachoval uvedený princíp a nedošlo k odchýleniu sa od predmetu predkladaného vynálezu. Všetky takéto modifikácie taktiež spadajú do rozsahu ochrany predkladaného vynálezu.

Pojmom „vzorka so SERS aktívnym povrchom“ sa myslí vzorka, ktorej pevný povrch je tvorený SERS aktívnymi nanočasticami alebo nanoštruktúrami. Molekuly analytu sú naviazané na povrch nanočastíc alebo nanoštruktúr alebo sa nachádzajú v ich tesnej blízkosti. Jednou z možností, ako získať vzorku so SERS aktívnym povrchom, je využitie nanooptického čipu tvoreného plazmonickým nanočasticovým povrchom, ktorý je tvorený plazmonickými nanočasticami nanesenými na podložku – substrát so zvolenou vzdialenosťou medzi jednotlivými nanočasticami, ktorý je predmetom patentovej prihlášky č. PP 127-2017 podanej 14. 12. 2017 (medzinárodnej prihlášky WO2019116320) prihlasovateľa. Analyzované molekuly sa zachytia na nanočasticovom povrchu – čípe, ktorý na daný účel môže byť cielene funkcionalizovaný špecifickými linkerami s kavitou, bifunkčnými linkerami a/alebo inými molekulami, ktoré vytvárajú favorizujúce podmienky na naviazanie a detekciu vybraných molekúl na primárny plazmonický nanočasticový povrch.

Pod pojmom „laserové žiarenie“ sa rozumie monochromatické koherentné svetlo zo zdroja, ktorý vytvára alebo zosilňuje elektromagnetické pole. Laserové žiarenie je žiarenie emitované laserovým zariadením s vlnovou dĺžkou od 180 nm do 1 mm.

Pojmom „nízka koncentrácia“ sa rozumie tzv. stopová koncentrácia v rozsahu ppm ($1 \cdot 10^{-6}$) až ppb ($1 \cdot 10^{-9}$).

Pojmom „prenosný spektrometer“ sa nechápe len zariadenie, ktoré sa prenáša na miesto odberu vzorky, ale akýkoľvek spektrometer malých rozmerov, ktorý je možné prenášať, hoci sa reálne na miesto odberu vzorky neprenáša, ale je umiestnený stabilne na určitom mieste, v ktorom dochádza k analýze vzoriek.

Piezoelektrickým aktuátorom použiteľným v rámci predkladaného vynálezu môže byť akýkoľvek zo stavu techniky známy dizajn piezoelektrického reverzibilného aktuátora, prípadne piezoelektrického aktuátora s mechanickým zosilňovačom.

Ohybné konzoly podľa predkladaného vynálezu sú tvorené pružným pevným materiálom, výhodne sú vyrobené z tenkej pružinovej ocele. V predkladanom vynáleze sú aj flexibilné členy výhodne vyrobené z rovnakého materiálu ako ohybné konzoly, pretože takéto riešenie je oproti použitiu iných riešení známych zo stavu techniky konštrukčne jednoduché a spoľahlivé.

Ďalšou podstatou predkladaného vynálezu je spôsob polohovania vzorky pri meraní povrchovo zosilneného Ramanovho rozptylu. Spôsob zahrnuje kroky:

- a) umiestnenia vzorky do držiaka 10 vzorky na prvom pohyblivom prvku 1,
- b) následného privedenia periodicky sa opakujúcich synchronizovaných napäťových signálov súčasne z generátorov G1, G2 napätia s rovnakou periódou ($T_1 = T_2 = T$) na piezoelektrické aktuátory 8, 6 za vyvolania posunu druhého pohyblivého prvku 2 v horizontálnom smere a posunu prvého pohyblivého prvku 1 v horizontálnom aj vertikálnom smere pozdĺž zvolenej trajektórie vzhľadom na určitý statický prvok spektrometra alebo alternatívne vzhľadom na samostatný statický prvok zariadenia na polohovanie vzorky, a
- c) zapnutia laserového zväzku dopadajúceho na povrch vzorky a spustenia detekcie SERS signálu pomocou Ramanovho spektrometra.

Nakoľko je perióda napäťových signálov z oboch generátorov G1 a G2 identická ($T_1 = T_2 = T$), vzorka upevnená v držiaku 10 vzorky začne opakovane vykonávať pohyb vo vertikálnom a horizontálnom smere pozdĺž trajektórie, ktorú určí konkrétny priebeh signálov z generátorov G1 a G2. SERS signál je generovaný v rôznych miestach na povrchu pohybujúcej sa vzorky, kam dopadá laserový zväzok. Signál je zaznamenávaný počas časového intervalu, ktorý je výhodne celočíselným násobkom periódy T pohybu polohovacieho zariadenia. Týmto spôsobom sa zabezpečí vždy rovnaký zber dát z každého miesta na povrchu vzorky, ktoré určuje trajektória zariadenia na polohovanie vzorky, a preto nie je potrebné synchronizovať detekciu signálu so zariadením na polohovanie vzorky.

Činnosť generátorov G1, G2 napäťových signálov je výhodne riadená samostatnou riadiacou jednotkou. Parametre laserového zdroja a ostatné parametre spektrometra môžu byť zadávané manuálne cez ovládacie

rozhranie alebo prostredníctvom ovládacieho programu z počítača, ku ktorému je prístroj pripojený.

Zariadenie podľa predkladaného vynálezu je konfigurované na zvýšenie reprodukovateľnosti merania povrchovo zosilneného Ramanovho rozptylu, a preto jeho použitie na daný účel je taktiež jedným aspektom predkladanej prihlášky.

5 Ďalší aspekt predkladanej prihlášky tvorí spektrometer, ktorý obsahuje zariadenie na polohovanie vzorky, ako bolo definované. Takýto spektrometer musí okrem miesta na uloženie takéhoto zariadenia vo svojom vnútri navyše disponovať aj určitým statickým prvkom spektrometra, ako bol definovaný v opise, na účely upevnenia aspoň jednej ohybnej konzoly 7 a piezoelektrického aktuátora 8. V prípade, ak takýto určitý statický prvok spektrometer neobsahuje, je potrebné vybaviť zariadenia na polohovanie vzorky samostatným statickým
10 prvkom, ktorý sa pevne ukotví ku kostre Ramanovho spektrometra a taktiež umožní upevnenie aspoň jednej ohybnej konzoly 7 a piezoelektrického aktuátora 8.

Prehľad obrázkov na výkresoch

15 Obrázok 1 zobrazuje schematické znázornenie konštrukcie zariadenia na polohovanie vzorky pri meraní povrchovo zosilneného Ramanovho rozptylu vzorky so SERS aktívnym povrchom v prenosnom Ramanovom spektrometri a

20 obrázok 2 zobrazuje príklad trajektórie laserového zväzku, ktorú prejde po povrchu vzorky umiestnenej v polohovacom zariadení pri jej polohovaní, a jej zodpovedajúci časový priebeh napätových signálov G1 a G2 počas jednej periódy.

Nasledujúce príklady uskutočnenia majú slúžiť na bližšie pochopenie predkladaného vynálezu, pričom sa tento vynález neobmedzuje len na ne.

Príklady uskutočnenia vynálezu

Na obrázku 1 je znázornené jedno možné konkrétne uskutočnenie zariadenia na polohovanie vzorky podľa predkladaného vynálezu. Toto polohovacie zariadenie polohuje vzorku, ktorou je nanooptický čip prihlasovateľa, tvorený kremíkovým substrátom s nanosenou vrstvou plazmonických nanočastíc.

30 Zariadenie na polohovanie vzorky podľa tohto uskutočnenia obsahuje dva pohyblivé prvky – prvý pohyblivý prvok 1 a druhý pohyblivý prvok 2, ktoré sú vzájomne prepojené prostredníctvom dvojice ohybných konzol 4a, 4b, spájajúcej svojimi dvomi koncami navzájom vrchné strany uvedených pohyblivých prvkov a ich spodné strany, pričom prvý pohyblivý prvok 1 je vychýliteľný vzhľadom na druhý pohyblivý prvok vo vertikálnom smere a prvý a
35 druhý pohyblivý prvok 1, 2 prepojené dvojicou ohybných konzol 4a, 4b sú spoločne vychýliteľné v horizontálnom smere vzhľadom na samostatný statický prvok predkladaného zariadenia na polohovanie vzorky, ktorý tvorí horizontálna podstava 11, ktorou sa tento statický prvok prostredníctvom skrutiek pevne ukotví ku kostre Ramanovho spektrometra a tromi vertikálnymi časťami 12 vystupujúcimi z podstavy 11 na upevnenie každej z dvojice ohybných konzol 7a, 7b a piezoelektrického aktuátora 8. Jednotlivé dvojice ohybných konzol 4a, 4b a 7a,
40 7b sú navzájom rovnobežné a sú tvorené plieškami z pružinovej ocele. Konzoly 4a, 4b umožňujú pohyb prvého pohyblivého prvku 1 vzhľadom na druhý pohyblivý prvok 2 vo vertikálnom smere. Prvý pohyblivý prvok 1 má na svojej prednej strane poskytnutý držiak 10 vzorky. Druhý pohyblivý prvok 2 je vzhľadom na prvý pohyblivý prvok usporiadaný za ním, teda predná strana druhého pohyblivého prvku 2 je privrátená k zadnej strane prvého pohyblivého prvku 1 a obidva pohyblivé prvky sú navzájom rovnobežné. Druhý pohyblivý prvok 2 obsahuje
45 rameno 3 v tvare L, ktorého jeden koniec je pripevnený na vrchnú stranu druhého pohyblivého prvku 2 v jeho stredovej časti a jeho druhý, voľný koniec smeruje k prvému pohyblivému prvku 1 a nadeň. Vertikálny posun prvého pohyblivého prvku 1 vzhľadom na druhý pohyblivý prvok 2 je zabezpečený prostredníctvom piezoelektrického aktuátora 6 umiestneného na druhom, voľnom konci ramena 3 druhého pohyblivého prvku 2 tak, že smeruje kolmo dole na vrchnú stranu prvého pohyblivého prvku 1 a je s týmto spojený prostredníctvom
50 flexibilného člena 5. Piezoelektrický aktuátor 6 je napájaný generátorom G2 napätových signálov. Pohyb prvého pohyblivého prvku 1 v horizontálnom smere je vyvolaný horizontálnym pohybom druhého pohyblivého prvku 2, ktorý sa na prvý pohyblivý prvok 1 prenáša prostredníctvom dvojice ohybných konzol 7a, 7b spájajúcich jednotlivo pravú a ľavú bočnú stranu druhého pohybového prvku 2 s dvomi vertikálnymi časťami 12 samostatného statického prvku. Horizontálny posun druhého pohyblivého prvku 2, s ktorým sa súčasne posúva
55 aj prvý pohyblivý prvok 1 so vzorkou v držiaku 10 vzorky, je zabezpečený prostredníctvom piezoelektrického aktuátora 8 spojeného s treťou vertikálnou časťou 12 samostatného statického prvku zariadenia na polohovanie vzorky, pričom táto vertikálna časť 12 vystupuje z horizontálnej podstavy 11 v rovine zarovnanej s druhým

pohyblivým prvkom 2. Piezoelektrický aktuátor 8 je spojený s pohyblivým prvkom 2 prostredníctvom flexibilného člena 9. Piezoelektrický aktuátor 8 je napájaný generátorom G1 napäťových signálov. Dve vertikálne časti 12 samostatného statického prvku na pripojenie dvojice konzol 7a, 7b sú z hľadiska úspory miesta a čo možno najlepšej stability zariadenia na polohovanie vzorky podľa predkladaného vynálezu umiestnené v priestore pred prednou stranou druhého pohyblivého prvku 2, teda smerom k prvému pohyblivému prvku 1.

Vzájomné prepojenie jednotlivých konštrukčných častí zariadenia na polohovanie vzorky je zabezpečené pomocou skrutiek, ktoré umožňujú jednoduchú montáž a taktiež aj demontáž zariadenia v prípade potreby.

Meranie SERS signálu pri použití polohovacieho zariadenia podľa prekladaného uskutočnenia prebieha tak, že do držiaka 10 vzorky na prvom pohyblivom prvku 1 sa umiestni nanooptický čip. Následne sa privedú periodicky sa opakujúce synchronizované napäťové signály súčasne z obidvoch generátorov napätia G1, G2 na piezoelektrické aktuátory 8, 6, čo spôsobí posun druhého pohyblivého prvku 2 v horizontálnom smere a posun prvého pohyblivého prvku 1 v horizontálnom aj vertikálnom smere pozdĺž zvolenej trajektórie vzhľadom na samostatný statický prvok zariadenia na polohovanie vzorky. Perióda signálov z generátorov G1, G2 je identická ($T_1 = T_2 = T$), a preto nanooptický čip upevnený v držiaku 10 vzorky začne opakovane vykonávať pohyb vo vertikálnom a horizontálnom smere pozdĺž trajektórie, ktorú určí konkrétny priebeh signálov z generátorov G1, G2. Zapne sa laserový zväzok dopadajúci na povrch nanooptického čipu a spustí sa detekcia SERS signálu pomocou Ramanovho spektrometra. SERS signál je generovaný v rôznych miestach na povrchu pohybujúcej sa vzorky, kam dopadá laserový zväzok. Signál je zaznamenávaný počas časového intervalu, ktorý je celočíselným násobkom periódy T pohybu polohovacieho zariadenia. Týmto spôsobom sa zabezpečí vždy rovnaký zber dát z každého miesta na povrchu vzorky, pričom tieto miesta určuje trajektória zariadenia na polohovanie vzorky, a preto nie je potrebné synchronizovať detekciu signálu so zariadením na polohovanie vzorky. Činnosť generátorov G1, G2 napäťových signálov je ovládaná samostatnou riadiacou jednotkou. Zdroj laserového žiarenia a ostatné súčasti spektrometra sú riadené prostredníctvom ovládacieho programu z počítača, ku ktorému je prístroj pripojený (na obrázku 1 neznázornené).

Miera posuvu pohyblivých prvkov 1, 2 je približne úmerná napätiam privedeným z generátorov G1, G2 na piezoelektrické aktuátory 8, 6 a závisí od konkrétneho typu použitých piezoelektrických aktuátorov. Typická hodnota citlivosti piezoelektrických aktuátorov použitých v polohovacom zariadení je na úrovni $2 \mu\text{m/V}$, čo znamená maximálny posun o $300 \mu\text{m}$ pri maximálnom použitom napätí 150 V.

Možný časový priebeh signálov z generátorov G1, G2 a jemu zodpovedajúca trajektória zväzku, ktorú prejde po povrchu vzorky v dôsledku jej polohovania vo vertikálnom aj horizontálnom smere, sú znázornené na obrázku 2.

Priemyselná využiteľnosť

Nanooptické čipy dokážu detegovať látky/molekuly v životnom prostredí (voda, vzduch, pôda), potravinách a biologických systémoch lacnejšie a rýchlejšie ako certifikované techniky (hmotnostná spektrometria alebo plynová chromatografia). Široké využitie nanooptických čipov v komerčnej sfére si vyžaduje vylepšenú reprodukovateľnosť meraní, čomu napomáha zariadenie na polohovanie vzorky podľa predkladaného vynálezu.

Zoznam vzťahových značiek

- 1 – prvý pohybový prvok
- 2 – druhý pohybový prvok
- 5 3 – rameno druhého pohyblivého prvku
- 4 – 4a, 4b – konzola funkčne prepájajúca prvý a druhý pohyblivý prvok
- 5 – flexibilný člen piezoelektrického aktuátora na pohyb vo vertikálnom smere
- 6 – piezoelektrický aktuátor na pohyb vo vertikálnom smere
- 7, 7a, 7b – konzola funkčne prepájajúca druhý pohyblivý prvok a určitý statický prvok spektrometra alebo
- 10 vertikálne statické časti samostatného statického prvku zariadenia na polohovanie vzorky
- 8 – piezoelektrický aktuátor na pohyb v horizontálnom smere
- 9 – flexibilný člen piezoelektrického aktuátora na pohyb v horizontálnom smere
- 10 – držiak vzorky
- 11 – podstava samostatného statického prvku zariadenia na polohovanie vzorky
- 15 12 – vertikálne statické časti samostatného statického prvku zariadenia na polohovanie vzorky
- G1 – generátor napäťových signálov pre piezoelektrický aktuátor na pohyb v horizontálnom smere
- G2 – generátor napäťových signálov pre piezoelektrický aktuátor na pohyb vo vertikálnom smere

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Zariadenie na polohovanie vzorky pri meraní povrchovo zosilneného Ramanovho rozptylu v prenosnom Ramanovom spektrometri, **v y z n a č u j ú c e s a t ý m, ž e** obsahuje prvý pohyblivý prvok (1) s držiakom (10) vzorky umiestneným na jeho prednej strane; druhý pohyblivý prvok (2) usporiadaný rovnobežne s prvým pohyblivým prvkom (1) a za ním, obsahujúci na svojej vrchnej alebo spodnej strane rameno (3) v tvare L smerujúce k prvému pohyblivému prvku (1) a nadeň alebo podeň; aspoň jednu ohybnú konzolu (4) pripevnenú na prvý a druhý pohyblivý prvok (1, 2) na ich vrchnej alebo spodnej strane na vychýlenie prvého pohyblivého prvku (1) vzhľadom na druhý pohyblivý prvok (2) vo vertikálnom smere pomocou piezoelektrického aktuátora (6) umiestneného na ramene (3) druhého pohyblivého prvku (2), napájaného generátorom (G2) napäťových signálov a prepojeného s prvým pohyblivým prvkom (1) prostredníctvom flexibilného člena (5); a aspoň jednu ohybnú konzolu (7) pripevnenú svojím jedným koncom na druhý pohyblivý prvok (2) na jeho ľavej alebo pravej strane a svojím druhým koncom na určitý statický prvok na vychýlenie druhého pohyblivého prvku (2) pohybujúceho sa spoločne s prvým pohyblivým prvkom (1) vzhľadom na určitý statický prvok v horizontálnom smere pomocou piezoelektrického aktuátora (8), umiestneného na určitom statickom prvku spektrometra, napájaného generátorom (G1) napäťových signálov a prepojeného s druhým pohyblivým prvkom (2) prostredníctvom flexibilného člena (9).

2. Zariadenie na polohovanie vzorky podľa nároku 1, **v y z n a č u j ú c e s a t ý m, ž e** ďalej obsahuje samostatný statický prvok pozostávajúci z podstavy (11) a aspoň dvoch vertikálnych statických častí (12).

3. Zariadenie na polohovanie vzorky podľa ktoréhokoľvek z nárokov 1 alebo 2, **v y z n a č u j ú c e s a t ý m, ž e** ohybné konzoly (4, 7) sú vyrobené z tenkej pružinovej ocele.

4. Spôsob polohovania vzorky pri meraní povrchovo zosilneného Ramanovho rozptylu, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m, ž e** zhrnuje kroky: a) umiestnenia vzorky do držiaka (10) vzorky na prvom pohyblivom prvku (1); b) následného privedenia periodicky sa opakujúcich synchronizovaných napäťových signálov súčasne z generátorov (G1, G2) napätia s rovnakou periódou ($T_1 = T_2 = T$) na piezoelektrické aktuátory (8, 6) za vyvolania posunu druhého pohyblivého prvku (2) v horizontálnom smere a posunu prvého pohyblivého prvku (1) v horizontálnom aj vertikálnom smere pozdĺž zvolenej trajektórie vzhľadom na určitý statický prvok spektrometra alebo alternatívne vzhľadom na samostatný statický prvok zariadenia na polohovanie vzorky; a c) zapnutia laserového zväzku dopadajúceho na povrch vzorky a spustenia detekcie SERS signálu pomocou Ramanovho spektrometra a jeho zaznamenanie.

5. Spôsob polohovania vzorky podľa nároku 4, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m, ž e** zaznamenanie SERS signálu sa vykonáva počas časového intervalu, ktorý je výhodne celočíselným násobkom periódy (T) pohybu polohovacieho zariadenia.

6. Spôsob polohovania vzorky podľa nárokov 4 alebo 5, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m, ž e** činnosť generátorov (G1, G2) napäťových signálov je riadená samostatnou riadiacou jednotkou a činnosť laserového zdroja a spektrometra je riadená manuálnym zadávaním parametrov cez ovládacie rozhranie alebo prostredníctvom ovládacieho programu z počítača, ku ktorému je prístroj pripojený.

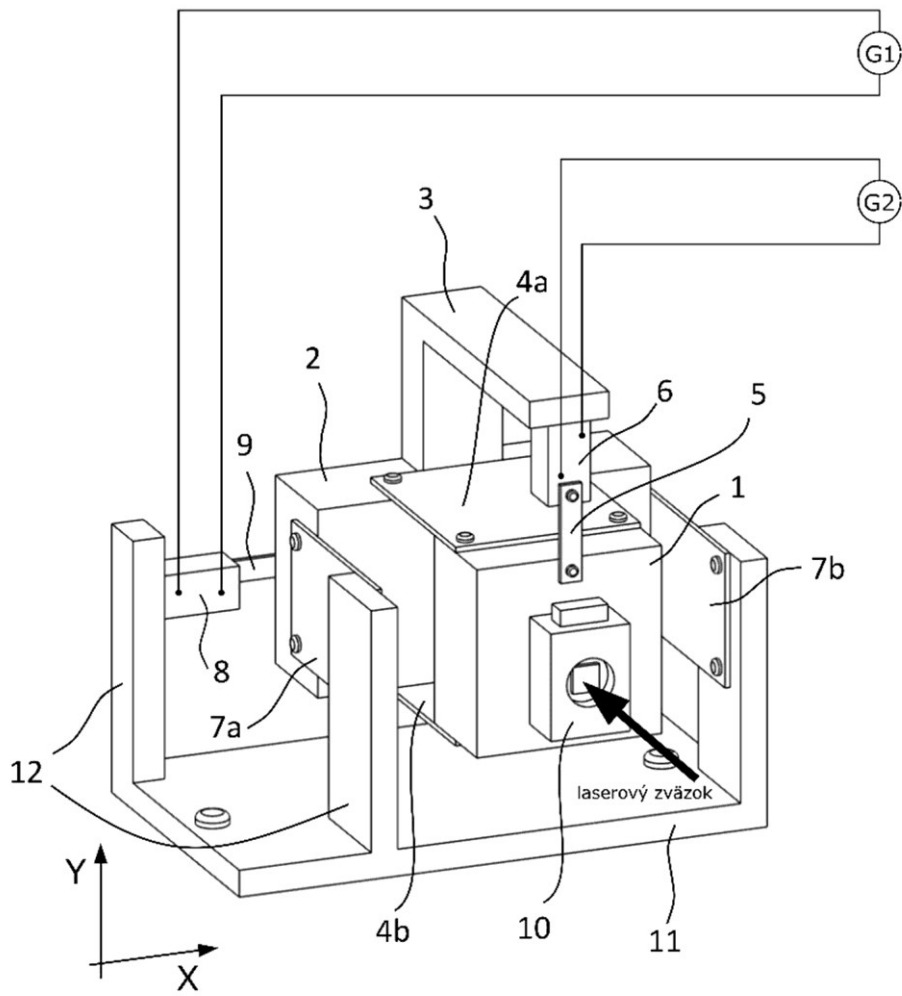
7. Prenosný Ramanov spektrometer, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m, ž e** obsahuje zariadenie na polohovanie vzorky podľa nároku 2.

8. Prenosný Ramanov spektrometer, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m, ž e** obsahuje zariadenie na polohovanie vzorky podľa nároku 1 a určitý statický prvok na upevnenie aspoň jednej ohybnej konzoly (7) a piezoelektrického aktuátora (8).

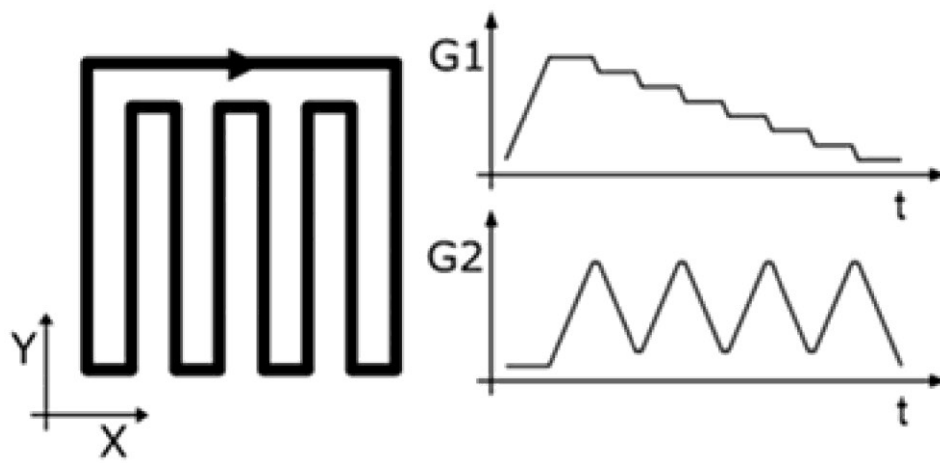
9. Použitie zariadenia podľa nárokov 1 až 3 pracujúceho spôsobom podľa nárokov 4 alebo 5 na zvýšenie reprodukovateľnosti merania povrchovo zosilneného Ramanovho rozptylu.

10. Použitie zariadenia podľa nárokov 1 až 3 v prenosnom Ramanovom spektrometri.

2 výkresy



Obr. 1



Obr. 2

Koniec dokumentu
