

# PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

## 307 882

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

**B82B 3/00** (2006.01)

**B24B 7/22** (2006.01)

**B23D 49/00** (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2012-382**  
(22) Přihlášeno: **08.06.2012**  
(40) Zveřejněno: **18.12.2013**  
**(Věstník č. 51/2013)**  
(47) Uděleno: **12.06.2019**  
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **24.07.2019**  
**(Věstník č. 30/2019)**

(56) Relevantní dokumenty:

Journal of Electroanalytical Chemistry, Hu a kolektiv ( 1985, volume 188, issues 1-2, 59-72); Langmuir, Chang a Bard ( 1991, volume 7, issues 6, 1143-153); Journal of the American Chemical Society, Rice a kolektiv (1990, volume 112, issues 12, 4617-4622).  
US 2011227059; CN 2435185.

(73) Majitel patentu:

Biofyzikální ústav, Akademie věd České republiky,  
v.v.i., Brno, CZ

(72) Původce:

Mgr. Stanislav Hasoň, Ph.D., Hrušovany u Brna,  
CZ

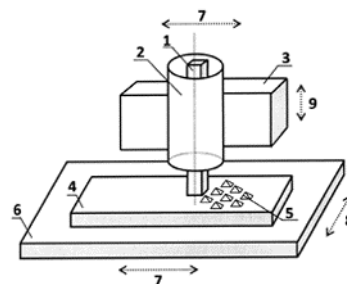
elektrochemické zkoumání biomolekul a biopolymerů, pro elektrochemickou analýzu fyziologických procesů organismů, pro lékařskou diagnostiku pomocí elektrochemických metod a u jiných elektroaktivních chemických procesů nebo akumulaci elektrické energie.

(54) Název vynálezu:

**Mechanický způsob výroby soustavy ostrých hřebenů o submikrometrových až mikrometrových tloušťkách a výškách v povrchové vrstvě kompaktního uhlíkového materiálu**

(57) Anotace:

Mechanický způsob výroby soustavy hřebenů mikrometrových až submikrometrových šířek s ostrými vrcholy ve zvolené vzdálenosti od sebe v povrchové vrstvě kompaktních uhlíkových materiálů úběrem materiálu z povrchové vrstvy obrobku (1) pomocí na nosiči (4) pevně ukotvených řezných nástrojů (5), které obsahují nepohyblivé řezné hrany z tvrdého materiálu, přičemž řezné nástroje jsou vůči sobě na nosiči (4) rozmístěny tak, že jimi vytvořené sousedící řezné stopy (20) trojúhelníkového, lichoběžníkového nebo obdélníkového průřezu s rozměry 10 až 100 nm v šířce a hloubce se v příčném směru částečně překrývají o více jak 15 až 90 %, obvykle o 50 % šířky řezné stopy (20), a vytvoří hřeben (21) s ostrým vrcholem., a řezné nástroje (5) a obrobek (1) vykonávají vůči sobě relativní translační pohyby, například po přímce nebo kruhovém oblouku, při kterých jsou řezné nástroje (5) a obrobek (1) v kontaktu po zvolené ploše povrchu obrobku (1), obvykle po ploše celé, a řezné nástroje (5) a obrobek (1) jsou k sobě přitlačovány zvolenou silou, výhodně za pomoci konstantního tlaku 50 až 250 kPa. Mechanický způsob výroby soustavy hřebenů mikrometrových až submikrometrových šířek s ostrými vrcholy v povrchové vrstvě kompaktních uhlíkových materiálů podle vynálezu lze využít zejména v oblasti biofyziky a biochemie pro



CZ 307882 B6

## **Mechanický způsob výroby soustavy ostrých hřebenů o submikrometrových až mikrometrových tloušťkách a výškách v povrchové vrstvě kompaktního uhlíkového materiálu.**

5

### Oblast techniky

V povrchové vrstvě pyrolytického grafitu se vyskytují nečistoty, útvary zaoblené a rovinné a v omezené míře i defekty v grafenových vrstvách, které mají tvar ostrých hřebenů o submikrometrových až mikrometrových tloušťkách a výškách. Původcem vynálezu bylo zjištěno, že tyto ostré hřebenové útvary mikrometrových a submikrometrových rozměrů se vyznačují vysokou elektrochemickou aktivitou při detekci heterocyklických sloučenin obsahujících purinový skelet. Dalším rozbohem původce vynálezu zjistil, že pro zvýšení elektrochemické aktivity kompaktního uhlíkového materiálu je výhodné v jeho povrchu zvýšit počet a rozmístění těchto grafenových útvarů vyrobením soustavy paralelně orientovaných hřebenů mikrometrových až submikrometrových šířek a výšek s ostrými vrcholy ve zvolené vzdálenosti od sebe.

Vynález se týká mechanického způsobu výroby soustavy paralelních hřebenů mikrometrových až submikrometrových šířek a výšek s ostrými vrcholy ve zvolené vzdálenosti od sebe v povrchové vrstvě kompaktního uhlíkového materiálu. K výrobě soustavy paralelních hřebenů mikrometrových až submikrometrových šířek s ostrými vrcholy ve zvolené vzdálenosti od sebe v povrchové vrstvě kompaktních uhlíkových materiálů je využita technologie třískového obrábění.

Povrchovou strukturu grafenových útvarů tvořící soustavu periodicky se opakujících hřebenů submikrometrových až mikrometrových tlouštěk a výšek s ostrými vrcholy ve zvolené vzdálenosti od sebe lze s výhodou použít pro elektrochemickou detekci biomolekul, pro lékařskou diagnostiku pomocí elektrochemických metod a pro akumulaci elektrické energie.

### Dosavadní stav techniky

Z nepatentové literatury je známo několik mechanických způsobů úpravy povrchové vrstvy kompaktních uhlíkových materiálů pro elektrochemické aplikace.

35 Mechanický způsob úpravy povrchové vrstvy leštěním.

Provede se broušení kompaktního uhlíkového materiálu opakovaným použitím brusných papírů (obvykle karbidu křemíku) nebo brusných těles (například brusných kotoučů) se snižující se zrnitostí brusných částic pro dosažení rovinnosti povrchu. Poté následuje jemné leštění pomocí suspenzí se snižující se velikostí valivě se pohybujících mikrometrických částic (obvykle diamantu nebo oxidu hliníku). Leštění je obvykle realizováno složeným pohybem ve více osách (například mimostřednou rotací) pro dosažení minimální drsnosti povrchové vrstvy. Přehled používaných modifikací výše popsaného způsobu úpravy povrchové vrstvy je například uveden v práci Hu a kolektiv, publikované v časopise Journal of Electroanalytical Chemistry (1985, volume 188, issues 1–2, 59–72). Nevýhodou je nízká elektrochemická aktivita takto vyleštěných uhlíkových povrchů (heterogenní rychlostní konstanta přenosu elektronů  $k^\circ$  měřená v roztoku 1 M KCl s přidávkem 1 mM  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-/4-}$  má hodnotu v intervalu 0,005 až 0,14  $\text{cm s}^{-1}$ ) v porovnání s povrchy ušlechtilých kovů, jako je například platina ( $k^\circ$  v roztoku 1 M KCl s přidávkem 1 mM  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-/4-}$  dosahuje hodnoty 0,2  $\text{cm s}^{-1}$ ).

50

Mechanický způsob úpravy povrchové vrstvy pyrolytického grafitu v bazální orientaci odstraněním několika grafenových rovin.

55 Obnovení povrchu pyrolytického grafitu v bazální orientaci lze udělat mechanickým způsobem pomocí lepicí pásky, kdy dojde se sloupnutí několika svrchních grafenových vrstev, jak je

popsáno v práci Chang a Bard publikované v časopise Langmuir (1991, volume 7, issue 6, 1143–1153). Nevýhodou je nízká elektrochemická aktivita takto připravených povrchů pyrolytického grafitu v bazální orientaci, kdy hodnoty  $k^\circ$  v roztoku 1 M KCl s přidavkem 1 mM  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-/4-}$  se pohybují v intervalu 0,001 až 0,06  $\text{cm s}^{-1}$ .

5

Mechanický způsob úpravy povrchové vrstvy vytvořením vrypu po obvodu uhlíkového tělesa a následným zlomením tělesa pod ochrannou vrstvou kapaliny.

Uvedený mechanický způsob přípravy nového povrchu je popsán v práci Rice a kolektiv publikované v časopise Journal of the American Chemical Society (1990, volume 112, issue 12, 4617–4622). Nevýhodou je laboratorní způsob úpravy použitelný pro kompaktní uhlíkové materiály pouze s malým průřezem do 0,5 x 0,5 mm a nemožnost ovlivňovat parametry vzniklé struktury povrchu.

Další nevýhodou všech uvedených způsobů úpravy povrchové vrstvy kompaktních uhlíkových materiálů je nízká schopnost detekce biomolekul při elektrochemické diagnostice (koncentrace biomolekul v roztoku musí být obvykle vyšší než 200 nM) a nemožnost rozlišit ze směsi biomolekul jednotlivé frakce (zejména pokud se oxidační potenciály frakcí jednotlivých biomolekul liší o méně než 50 mV).

20

#### Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky a nevýhody užívaných mechanických způsobů úpravy povrchové vrstvy těles z kompaktních uhlíkových materiálů řeší způsob výroby podle vynálezu, a to tím, že v povrchové vrstvě obráběné části obrobku z kompaktního uhlíkového materiálu obvykle pyrolytického grafitu nebo skelného uhlíku se vytvoří soustavy paralelních hřebenů mikrometrických až submikrometrických šířek s ostrými vrcholy ve zvolené vzdálenosti od sebe úběrem materiálu z povrchové vrstvy obrobku pomocí na nosiči pevně ukotvených řezných nástrojů obsahujících nepohyblivé řezné hrany z tvrdého materiálu, přičemž řezné nástroje jsou vůči sobě na nosiči rozmístěny tak, že jimi vytvořené sousedící řezné stopy trojúhelníkového, mohou být i lichoběžníkového nebo obdélníkového průřezu s rozměry 10 nm až 100 nm v šířce a hloubce se v příčném směru částečně překrývají o více jak 15 % až 90 %, obvykle o 50 % šířky řezné stopy a vytvoří hřeben s ostrým vrcholem, a řezné nástroje a obrobek vykonávají vůči sobě relativní translační pohyby, například po přímce nebo kruhovém oblouku, při kterých jsou řezné nástroje a obrobek v kontaktu po zvolené ploše povrchu obrobku, obvykle po ploše celé, a řezné nástroje a obrobek jsou k sobě přitlačovány zvolenou silou, výhodně za pomoci konstantního tlaku 50 až 250 kPa.

V případě použití jednoho řezného nástroje je vykonáván po zvolené délce povrchu obrobku, obvykle po délce celé, opakovaný translační řezný pohyb, přičemž řezná stopa následného úběru je paralelní s řeznou stopou předchozího úběru a je posunuta o více jak 15 až 90 %, výhodně o 50 % šířky průřezu řezné stopy řezného nástroje, kdy tyto dvě řezné stopy vytváří v povrchu obrobku hřeben s ostrým vrcholem, a translační pohyb se opakuje, až je obrobena zvolená šířka povrchu obrobku, obvykle šířka celá.

Řezný nástroj obsahující nepohyblivé řezné hrany je vyroben: (i) obráběním povrchové vrstvy materiálu řezného nástroje, nebo pomocí zrn ukotvených v povrchu nosiče řezného nástroje, (ii) z materiálu mající tvrdost 4 a více Mohsovy stupnice, například z karbidu křemíku, diamantu, korundu, nebo oceli, a (iii) má tvar jehlanu, kvádrů nebo hranolu, obvykle jehlanu.

Při řezném pohybu se translačním pohybem pohybuje: (i) obrobek a nepohyblivý je řezný nástroj, (ii) řezný nástroj a obrobek je nepohyblivý, (iii) obrobek a řezný nástroj vůči sobě.

55

Objasnění výkresů

Obr. 1A. Schematické zobrazení provedení vynálezu pro mechanický způsob výroby soustavy paralelních hřebenů mikrometrových až submikrometrových šířek s ostrými vrcholy ve zvolené vzdálenosti od sebe v povrchové vrstvě obrobku z pyrolytického grafitu v "edge" orientaci podle příkladu provedení 1.

Obr. 1B. Schematické znázornění vzniku soustavy paralelních ostrých hřebenů v povrchové vrstvě obrobku ve zvoleném příčném řezu (řez A–A) během obrábění z příkladu provedení 1. Schematické znázornění řezných stop v půdorysu povrchové vrstvy obrobku během obrábění obrobku pěti řeznými nástroji z příkladu provedení 1 je vyobrazeno na řezu B–B.

Obr. 2. Schematické znázornění provedení vynálezu pro mechanický způsob výroby soustavy paralelních hřebenů mikrometrových až submikrometrových šířek s ostrými vrcholy ve zvolené vzdálenosti od sebe v povrchové vrstvě obrobku z pyrolytického grafitu v "edge" orientaci podle příkladu provedení 3.

Obr. 3. Schematické znázornění provedení vynálezu pro mechanický způsob výroby soustavy paralelních hřebenů mikrometrových až submikrometrových šířek s ostrými vrcholy ve zvolené vzdálenosti od sebe v povrchové vrstvě obrobku z pyrolytického grafitu v "edge" orientaci podle příkladu provedení 4.

Obr. 4. Schematické znázornění provedení vynálezu pro mechanický způsob výroby soustavy paralelních hřebenů mikrometrových až submikrometrových šířek s ostrými vrcholy ve zvolené vzdálenosti od sebe v povrchové vrstvě obrobku z pyrolytického grafitu v "edge" orientaci podle příkladu provedení 5.

Obr. 5. Cyklický voltamogram 1 mM  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-/4-}$  v roztoku 1 M KCl změřený na soustavě paralelních ostrých hřebenů vyrobených v povrchové vrstvě obrobku z pyrolytického grafitu v "edge" orientaci dle příkladu 1 provedení vynálezu.

Obr. 6. Derivované diferenční pulzní voltamogramy 2000–krát ředěné ranní moči v 0.1 M acetátovém pufru (pH = 5) změřené na soustavě paralelních ostrých hřebenů vyrobených v povrchové vrstvě obrobku z pyrolytického grafitu v "edge" orientaci dle příkladu 1 provedení vynálezu bez (křivka znázorněná tečkami) a s přísadkou 500 nM směsi 3–methylxantinu, 7–methylxantinu a 1,7–dimethylxantinu, kdy poměr uvedených látek je 1:1:1 (křivka znázorněná plnou čarou). Proudová minima P1, P2 a P3 odpovídají potenciálům elektrochemické oxidace 3–methylxantinu, 7–methylxantinu a 1,7–dimethylxantinu.

Příklady uskutečnění vynálezu

## Příklad 1

Na obr. 1A je provedení vynálezu, kdy mechanický způsob výroby soustavy paralelních hřebenů 21 mikrometrových až submikrometrových šířek, v tomto případě o šířce 100 nm, s ostrými vrcholy ve zvolené vzdálenosti od sebe, v tomto případě 100 nm, v povrchové vrstvě obrobku 1 z pyrolytického grafitu v "edge" orientaci, který má tvar kvádrů s obráběnou základnou 5 mm v šířce x 4 mm v délce a výškou 10 mm je dosažen vzájemným translačním pohybem obrobku 1 a nosiče 4 s pevně ukotvenými řeznými nástroji 5, přičemž řezný pohyb ve směru řezu 7, tj. ve směru osy  $x$ , a přísuv ve směru 9, tj. ve směru osy  $z$ , vykonává v upínacím zařízení 2 uchycený obrobek 1 prostřednictvím prvního pohybového mechanismu 3 řeznou rychlostí, v tomto případě  $0,1 \text{ m s}^{-1}$ , a nosič 4 s pevně ukotvenými řeznými nástroji 5 je upevněn na druhém pohybovém mechanismu 6, který se při řezném pohybu nepohybuje. Řezné nástroje 5 z karbidu křemíku ve tvaru jehlanů široké 12 až 20  $\mu\text{m}$ , v tomto případě 15  $\mu\text{m}$ , pevně ukotvené na nosiči 4 z

umělohmotné lepicí nosné vrstvy a vyčnívající nad povrchem nosiče 4 do výšky 7  $\mu\text{m}$  jsou v tomto případě reprezentovány brusným papírem SiC 1200 o rozměrech 1 mm ve směru řezu 7 a 2 mm ve směru 8, tj. ve směru osy y. Řezné nástroje 5, v tomto případě zrna z karbidu křemíku, jsou rozmístěny na nosiči 4, v tomto případě na umělohmotné lepicí nosné vrstvě brusného papíru SiC 1200, takovým způsobem, že ve směru řezu 7 jsou od sebe vzdáleny 5  $\mu\text{m}$  a v příčném směru 8 pak o 10  $\mu\text{m}$ , takže profily řezných stop 20 v povrchové vrstvě obrobku 1, schematicky zobrazeno pro povrchovou vrstvu obrobku 1 během obrábění pěti řeznými nástroji 5 na obr. 1B, řez A–A, jsou široké 10  $\mu\text{m}$  a každé dvě sousedící řezné stopy 20 se překrývají o 5  $\mu\text{m}$ , schematicky zobrazeno na obr. 1B, řez B–B, čímž v povrchové vrstvě obrobku 1 vznikne soustava paralelních hřebenů s ostrými vrcholy 21, jak je schematicky ukázáno na obr. 1B, řez A–A.

#### Příklad 2

Provedení vynálezu dle příkladu 1, kdy řezný pohyb ve směru 7 vykonávají řezné nástroje 5 pevně upevněné na nosiči 4 prostřednictvím druhého pohybového mechanismu 6 po celé délce, v tomto případě 4 mm, obrobku 1, rychlostí v tomto případě 0,1  $\text{m s}^{-1}$ , a obrobek 1 se při řezném pohybu nepohybuje, čímž vznikne povrchová vrstva obrobku 1 obsahující soustavu paralelních ostrých hřebenů 21.

#### Příklad 3

Na obr. 2 je schematicky znázorněno provedení vynálezu dle příkladu 1, kdy řezný pohyb po kruhovém oblouku vykonávají řezné nástroje 5 pevně upevněné na nosiči 4 prostřednictvím rotačního mechanismu 11 po celé šířce, v tomto případě 5 mm, obrobku 1, úhlovou rychlostí, v tomto případě 6.28  $\text{rad s}^{-1}$ , tj. 60 otáček  $\text{min}^{-1}$ , a obrobek 1 se při řezném pohybu nepohybuje, čímž vznikne povrchová vrstva obrobku 1, v tomto případě pyrolytického grafitu v "edge" orientaci, obsahující soustavu paralelních ostrých hřebenů 21.

#### Příklad 4

Na obr. 3 je schematicky znázorněno provedení vynálezu dle příkladu 1 využívající konstantní přítlak na obrobek 1, v tomto případě pyrolytický grafit v "edge" orientaci, který je pomocí upínacího zařízení 2 obsahujícího přítlačný mechanismus 10, v tomto případě závaží o hmotnosti 0.5 kg kluzně upevněn na první pohybový mechanismus 3, který vykonává přísuv ve směru osy z 9 a zajišťuje pružný kontakt čelní hrany obrobku 1 s řeznými nástroji 5 pevně ukotvenými na nosič 4 tlakem obvykle 50 až 250 kPa, v tomto případě 200 kPa, a během řezu se nepohybuje. Translační řezný pohyb po přímce ve směru řezu 7 vykonávají řezné nástroje 5 pevně ukotvené na nosič 4 pomocí druhého pohybového mechanismu 6.

#### Příklad 5

Na obr. 4 je schematicky znázorněno provedení vynálezu dle příkladu 1, kdy upínací zařízení 2 obrobku 1 z pyrolytického grafitu v "edge" orientaci, který má tvar kvádrů s obráběnou základnou 5 mm v šířce x 4 mm v délce a výškou 10 mm je uchopeno v lidské ruce sloužící jako první pohybový mechanismus 3, kdy lidská ruka vykonává přímočaré pohyby ve směru řezu 7 a zajišťuje konstantní přítlak, v tomto případě tlakem 120 kPa. Řezné nástroje 5 pevně ukotvené na nosiči 4 jsou v tomto případě reprezentovány brusným papírem SiC 1200 o rozměrech 50 mm v délce ve směru řezu 7 a šířce 20 mm, kdy brusný papír SiC 1200 je připevněný na stabilní pevné podložce 12, která se během řezného pohybu nepohybuje. Upínací zařízení 2 uchopí lidská ruka a vykoná přísuv ve směru 9, čímž dojde ke kontaktu čelní hrany obrobku 1 s řeznými nástroji 5. Poté vykoná ruka translační pohyb po přímce ve směru 7 po celé 4 mm délce povrchu obrobku 1 řeznou rychlostí, v tomto případě 0,1  $\text{m s}^{-1}$ , čímž v povrchové vrstvě obrobku 1 vznikne soustava paralelních ostrých hřebenů 21, v tomto případě o šířce 100 nm s ostrými vrcholy ve 100 nm vzdálenosti od sebe.

## Příklad 6

5 Měření elektrochemické aktivity povrchové vrstvy obrobku 1, zde pyrolytického grafitu v "edge" orientaci, obsahujícího soustavu paralelních ostrých hřebenů 21 vyrobených dle příkladu provedení 1.

10 Na obr. 5 je zobrazen změřený cyklický voltamogram pro 1 mM  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-/4-}$  v roztoku 1 M KCl na soustavě paralelních ostrých hřebenů 21 vyrobených v povrchové vrstvě obrobku 1 z pyrolytického grafitu v "edge" orientaci dle příkladu provedení vynálezu 1, ze kterého byly vypočítány standardně definované parametry, tj. rozdíl potenciálů anodického a katodického píku  $\Delta E = 59$  mV, a heterogenní rychlostní konstanta přenosu elektronů  $k^\circ$ , jejíž velikost dosahuje hodnoty vyšší jak  $0,5 \text{ cm s}^{-1}$ .

15 Na obr. 6 je ukázaný příklad aplikace soustavy paralelních ostrých hřebenů 21 vyrobených v povrchové vrstvě obrobku 1 z pyrolytického grafitu v "edge" orientaci dle příkladu provedení vynálezu 1 pro elektrochemickou detekci biomolekul v tělních tekutinách. V moči se mimo jiné vyskytují purinové metabolity, jako je hypoxantin, xantin, kyselina močová, kofein, 3-methylxantin; 7-methylxantin a 1,7-dimethylxantin. Simultánní detekce 3-methylxantinu s 7-methylxantinem a 1,7-dimethylxantinem, jakožto metabolitů kofeinu, je elektrochemickými  
20 metodami velice obtížná z důvodu interference mezi jednotlivými oxidačními signály těchto molekul na uhlíkových materiálech. Pro měření byl vytvořen první pracovní roztok složený z 2000–krát ředěné ranní moči v 0,1 M acetátovém pufru (pH = 5) a druhý pracovní roztok složený z 2000–krát ředěné ranní moči v 0,1 M acetátovém pufru (pH = 5) s přidavkem 500 nM směsi 3-methylxantinu, 7-methylxantinu a 1,7-dimethylxantinu, kdy poměr uvedených látek je 1:1:1. Na obr. 6 je zobrazen derivovaný diferenční pulzní voltamogram prvního pracovního roztoku (křivka znázorněná tečkami) a derivovaný diferenční pulzní voltamogram druhého pracovního roztoku (křivka znázorněná plnou čarou), ve kterém proudová minima P1, P2 a P3 odpovídají potenciálům oxidace 3-methylxantinu, 7-methylxantinu a 1,7-dimethylxantinu. Tato měření  
25 ukazují, že pyrolytický grafit v "edge" orientaci s povrchovou strukturou soustavy paralelních ostrých hřebenů 21 vyrobenou dle vynálezu umožňuje simultánní detekci nanomolárních koncentrací 3-methylxantinu s 7-methylxantinem a 1,7-dimethylxantinem, jakožto metabolitů kofeinu, v klinických vzorcích moči.

35

Průmyslová využitelnost

36 Mechanický způsob výroby soustavy hřebenů mikrometrových až submikrometrových šířek s ostrými vrcholy v povrchové vrstvě kompaktních uhlíkových materiálů podle vynálezu lze využít  
40 zejména v oblasti biofyziky a biochemie pro elektrochemické zkoumání biomolekul a biopolymerů, pro elektrochemickou analýzu fyziologických procesů organismů, pro lékařskou diagnostiku pomocí elektrochemických metod a u jiných elektroaktivních chemických procesů nebo pro akumulaci elektrické energie.

45

**PATENTOVÉ NÁROKY**

50 1. Mechanický způsob výroby soustavy hřebenů mikrometrových až submikrometrových šířek s ostrými vrcholy v povrchové vrstvě kompaktních uhlíkových materiálů, **vyznačující se tím**, že v povrchové vrstvě obráběné části obrobku (1) z kompaktního uhlíkového materiálu obvykle pyrolytického grafitu nebo skelného uhlíku se vytvoří soustavy paralelních hřebenů (21) mikrometrických až submikrometrických šířek s ostrými vrcholy ve zvolené vzdálenosti od sebe úběrem materiálu z povrchové vrstvy obrobku (1) pomocí na nosiči (4) pevně ukotvených  
55 řezných nástrojů (5) obsahujících nepohyblivé řezné hrany z tvrdého materiálu, přičemž řezné

nástroje (5) jsou vůči sobě na nosiči (4) rozmístěny tak, že jimi vytvořené sousedící řezné stopy (20) trojúhelníkového, lichoběžníkového nebo obdélníkového průřezu s rozměry 10 až 100 nm v šířce a hloubce se v příčném směru částečně překrývají o více jak 15 až 90 %, obvykle o 50 % šířky řezné stopy (20) a vytvoří hřeben (21) s ostrým vrcholem, a řezné nástroje (5) a obrobek (1) vykonávají vůči sobě relativní translační pohyby, například po přímce nebo kruhovém oblouku, při kterých jsou řezné nástroje (5) a obrobek (1) v kontaktu po zvolené ploše povrchu obrobku (1), obvykle po ploše celé, a řezné nástroje (5) a obrobek (1) jsou k sobě přitlačovány zvolenou silou, výhodně za pomoci konstantního tlaku 50 až 250 kPa; přitom řezný nástroj (5) obsahující nepohyblivé řezné hrany je vyroben: (i) obráběním povrchové vrstvy materiálu řezného nástroje (5), nebo pomocí zrn ukotvených v povrchu nosiče (4) řezného nástroje (5), (ii) z materiálu mající tvrdost 4 a více Mohsovy stupnice, například z karbidu křemíku, diamantu, korundu, nebo oceli, a (iii) má tvar jehlanu, kvádrů nebo hranolu, obvykle jehlanu; přitom řezný pohyb ve směru řezu (7) a přísuv ve směru osy z (9), kolmém na směr řezu (7), vykonává v upínacím zařízení (2) uchycený obrobek (1) prostřednictvím prvního pohybového mechanismu (3) a nosič (4) s pevně ukotvenými řeznými nástroji (5) je upevněn na druhém pohybovém mechanismu (6), který se při řezném pohybu nepohybuje.

2. Mechanický způsob výroby soustavy hřebenů mikrometrových až submikrometrových šířek s ostrými vrcholy v povrchové vrstvě kompaktních uhlíkových materiálů podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že řezný pohyb ve směru řezu (7) vykonávají řezné nástroje (5) pevně upevněné na nosič (4) prostřednictvím druhého pohybového mechanismu (6) po celé délce obrobku (1), a obrobek (1) se při řezném pohybu nepohybuje.

3. Mechanický způsob výroby soustavy hřebenů mikrometrových až submikrometrových šířek s ostrými vrcholy v povrchové vrstvě kompaktních uhlíkových materiálů podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že řezný pohyb po kruhovém oblouku vykonávají řezné nástroje (5) pevně upevněné na nosič (4) prostřednictvím rotačního mechanismu (11) po celé šířce obrobku (1), a obrobek (1) se při řezném pohybu nepohybuje.

4. Mechanický způsob výroby soustavy hřebenů mikrometrových až submikrometrových šířek s ostrými vrcholy v povrchové vrstvě kompaktních uhlíkových materiálů podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že obrobek (1) je pomocí upínacího zařízení (2) obsahujícího přitlačný mechanismus (10) kluzně upevněn na první pohybový mechanismus (3), který vykonává přísuv ve směru osy z (9) a zajišťuje pružný kontakt čelní hrany obrobku (1) s řezným nástrojem (5) pevně ukotveným na nosič (4), a během řezu se nepohybuje, přičemž translační řezný pohyb po přímce ve směru řezu (7) vykonává řezný nástroj (5) pevně ukotvený na nosič (4) pomocí druhého pohybového mechanismu (6).

5. Mechanický způsob výroby soustavy hřebenů mikrometrových až submikrometrových šířek s ostrými vrcholy v povrchové vrstvě kompaktních uhlíkových materiálů podle některého nároku 1 až 4, **vyznačující se tím**, že při použití jednoho řezného nástroje (5) je vykonáván po zvolené délce povrchu obrobku (1), obvykle po délce celé, opakovaný translační řezný pohyb, přičemž řezná stopa (20) následného úběru je paralelní s řeznou stopou (20) předchozího úběru a je posunuta o více jak 15 až 90 %, výhodně o 50 % šířky průřezu řezné stopy (20) řezného nástroje (5), kdy tyto dvě řezné stopy (20) vytváří v povrchu obrobku (1) hřeben s ostrým vrcholem (21), a translační řezný pohyb se opakuje, až do obrobení zvolené šířky povrchu obrobku (1), obvykle šířka celá.

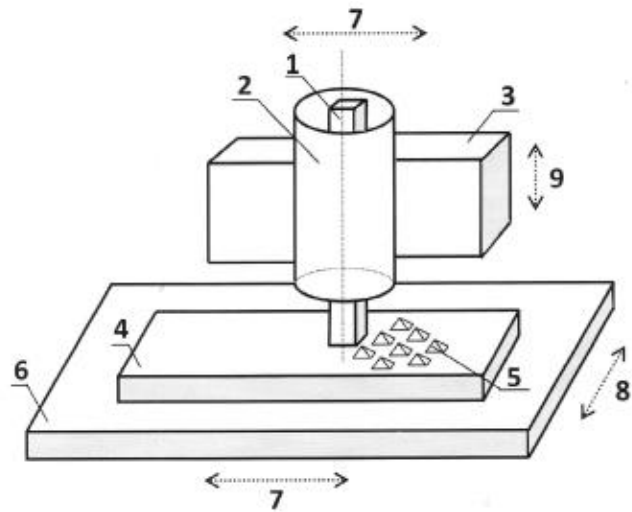
## 5 výkresů

### Seznam vztahových značek

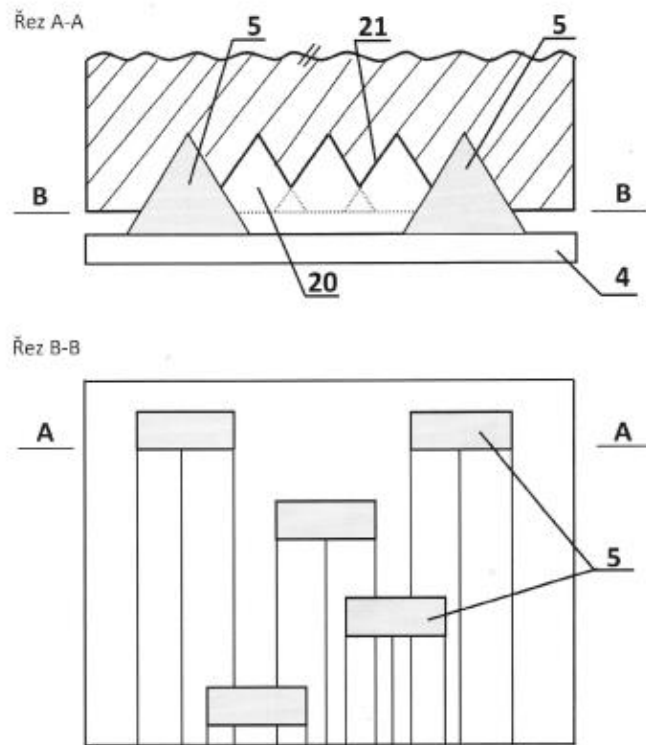
- 1 – obrobek z kompaktního uhlíkového materiálu
- 2 – upínací zařízení

- 3 – první pohybový mechanismus
- 4 – nosič
- 5 – řezný nástroj
- 6 – druhý pohybový mechanismus
- 7 – osa x
- 8 – osa y
- 9 – osa z
- 10 – přítlačný mechanismus
- 11 – rotační mechanismus
- 12 – pevná podložka
- 20 – řezná stopa
- 21 – soustava paralelních ostrých hřebenů

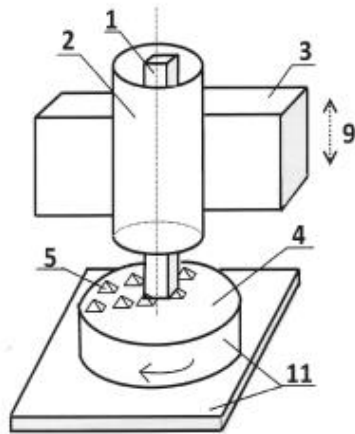




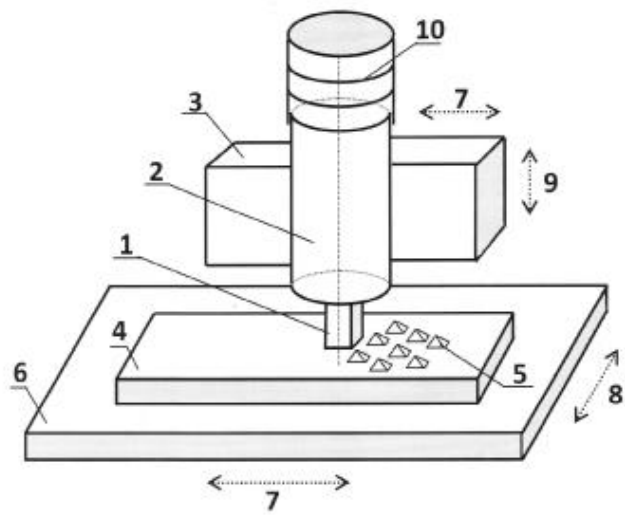
Obr. 1A



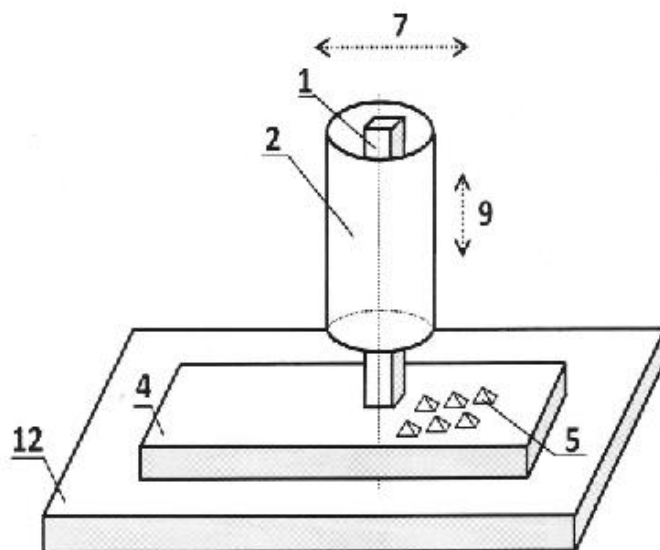
Obr. 1B



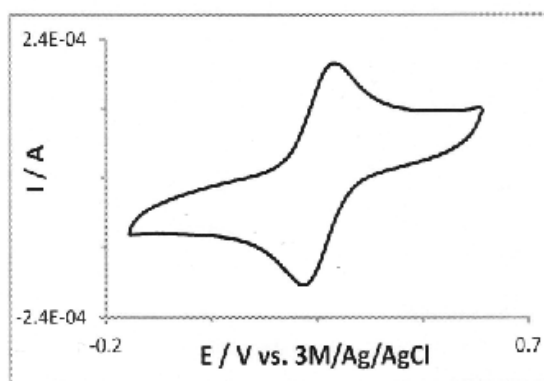
Obr. 2



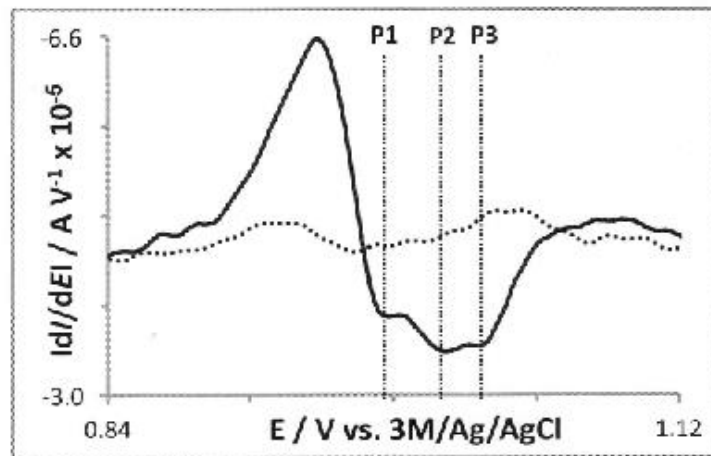
Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6