

# PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

Zveřejněná podle §31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

**2020-22**

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

**H01J 37/147** (2006.01)

**H01J 37/28** (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **15.01.2020**  
(32) Datum podání prioritní přihlášky: **17.01.2019**  
(32) Číslo prioritní přihlášky: **102019101155.8**  
(32) Země priority: **DE**  
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **29.07.2020**  
(Věstník č. 31/2020)

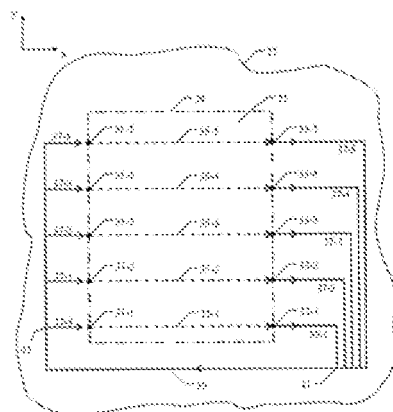
(71) Přihlašovatel:  
Carl Zeiss Microscopy GmbH, Jena, DE  
Carl Zeiss SMT GmbH, Oberkochen, DE

(72) Původce:  
Daniel Fischer, Dresden, DE  
Josef Biberger, Wildenberg, DE  
Pedro Besteiro, Póvoa de Varzim, PT

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

(54) Název přihlášky vynálezu:  
**Způsob provozování systému svazku částic,  
systém svazku částic, produkt počítačového  
programu**

(57) Anotace:  
Předkládaný vynález se vztahuje na způsob provozování mikroskopu se svazkem částic. Způsob obsahuje opakující se sekvenci pro posun svazku částic po povrchu (27) předmětu, majícího na povrchu (27) oblast (25) definovanou uzavřenou hraniční čarou (29). Sekvence obsahuje pohyb svazku ze vstupní polohy (31-1 až 31-5) přítomné sekvence do výstupní polohy (33-1 až 33-5) přítomné sekvence po snímání dráze (35-1 až 35-5), kdy vstupní poloha (31-1 až 31-5) přítomné sekvence a výstupní poloha (33-1 až 33-5) přítomné sekvence jsou umístěny na hraniční čáře (29), a snímání dráha (35-1 to 35-5) je umístěna zcela uvnitř oblasti (25), a dále pohyb svazku částic z výstupní polohy (33-1 až 33-5) přítomné sekvence do vstupní polohy (31-2, 31-3, 31-4, 31-5, 31-1) následující sekvence po návratové dráze (37-1 až 37-5). Vstupní poloha následující sekvence je umístěna na hraniční čáře (29) a tato návratová dráha je umístěna zcela mimo oblast (25).



## **Způsob provozování systému svazku částic, systém svazku částic, produkt počítačového programu**

### 5 Oblast techniky

Předkládaný vynález se vztahuje ke způsobu provozování systému svazku částic, zejména mikroskopu se svazkem částic, rovněž i systému svazku částic a mikroskopu se svazkem částic, v daném pořadí, konfigurovanému pro provedení uvedeného způsobu, rovněž i produktu počítačového programu.

### Dosavadní stav techniky

15 V konvenčních systémech svazku částic je svazek částic generovaný systémem svazku částic posouván čára za čarou přes oblast předmětu, která má být analyzována a/nebo zpracovávána. Když se svazek částic dostane na konec takové čáry, musí být svazek částic navrácen, tzn. pohybuje se na začátek nové čáry. Svazek částic se běžně během návratu pohybuje přes tuto oblast. Svazek částic zasahující předmět během návratu z konce čáry na začátek další čáry může mít na předmět negativní vlivy. V předmětu může být například uložen nebo vygenerován náboj, který negativně ovlivní přesnost pohybu paprsku v další řádce. Dále mohou být způsobeny nečistoty nebo strukturální poškození předmětu.

25 Aby se zabránilo těmto negativním vlivům, je možné použít takzvané zaslepovače svazku částic, které mohou přerušit svazek částic, aby svazek částic nezasáhl předmět během návratu. Takové zaslepovače svazku částic však zahrnují řídicí úsilí, aby nedošlo k jejich opomenutí, a představují značné náklady.

30 Proto je cílem předkládaného vynálezu poskytnout systém svazku částic, zejména mikroskopu se svazkem částic, rovněž i způsobu provozování systému svazku částic, který může zabránit nebo alespoň zmírnit výše uvedené negativní vlivy vygenerované při návratu svazku částic jednoduchými a nákladově efektivními prostředky.

### 35 Podstata vynálezu

Jeden aspekt předkládaného vynálezu se vztahuje ke způsobu provozování mikroskopu se svazkem částic, přičemž způsob obsahuje: opakování sekvence na pohyb svazku částic po povrchu předmětu, předmět na povrchu mající oblast definovanou virtuální uzavřenou hraniční čarou, přičemž sekvence obsahuje: pohyb svazku částic z vstupní polohy přítomné sekvence do výstupní polohy přítomné sekvence po snímané dráze, přičemž vstupní poloha přítomné sekvence a výstupní poloha přítomné sekvence jsou umístěny na hraniční čáře a přičemž snímaná dráha je umístěna zcela uvnitř této oblasti, a pohyb svazku částic z vstupní polohy přítomné sekvence do výstupní polohy přítomné sekvence po návratové dráze, přičemž je vstupní poloha další sekvence umístěna na hraniční čáře a přičemž je návratová dráha umístěna zcela mimo oblast.

Podle tohoto způsobu je svazek částic generovaný mikroskopem se svazkem částic posouván po povrchu předmětu, což znamená, že svazek částic souvisle, tzn. nepřerušovaně, zasahuje povrch předmětu během pohybu. Svazek částic není především přerušován zaslepovačem svazku částic během pohybu. Svazek částic může být tvořen ionty nebo elektrony.

Interakcí svazku částic s předmětem jsou generovány sekundární částice. Sekundární částice mohou například odkazovat na sekundární elektrony, sekundární ionty zpětně odražených elektronů, nebo zpětně odražené ionty. Sekundární částice mohou také odkazovat na částice sekundární radiace generované interakcí svazku částic s předmětem. Sekundární radiace může

například odkazovat na rentgenové paprsky nebo katodoluminiscenci.

Oblast definovaná uzavřenou hraniční čarou je oblastí předmětu určenou k analýze a/nebo zpracování. Za tímto účelem je svazek částic nasměrován na oblast. Obraz této oblasti se má například zaznamenávat. Dále nebo jinak má být předmět zpracováván uložením materiálu na předmět nebo odebráním materiálu z předmětu.

Hraniční čára je uzavřenou linií, která obklopuje oblast. Hraniční čára je virtuální, což znamená, že hraniční čára není strukturálním prvkem (povrchu) předmětu. Oblast může mít například obdélníkový tvar. Hraniční čára může mít podle toho tvar hranice obdélníkového tvaru. Způsob obsahuje opakování sekvence. Každá sekvence obsahuje první fázi a druhou fázi.

V první fázi každé sekvence je svazek částic posunován z vstupní polohy této sekvence do výstupní polohy této sekvence po dráze, která je umístěna zcela uvnitř oblasti, uvedená dráha je označována jako snímací dráha. To znamená, že se snímací dráhy mohou také (částečně) shodovat s hraniční čarou.

V druhé fázi každé sekvence, která následuje po první fázi této sekvence, je svazek částic posouván z výstupní polohy této sekvence do vstupní polohy další sekvence, která je označována jako návratová. Aby nedošlo k negativním vlivům na oblast definovanou uzavřenou hraniční čarou, je svazek částic navrácen po dráze, která je umístěna zcela mimo oblast, uvedená dráha je označována jako návratová dráha.

Každá ze sekvencí má přesně jednu vstupní polohu a přesně jednu výstupní polohu. Vstupní polohy a výstupní polohy všech sekvencí jsou umístěny na hraniční čáře a jsou obecně odlišnými polohami na povrchu předmětu. Vstupní poloha je poloha na hraniční čáře, na kterou je svazek částic směřován na začátku sekvence. Tato sekvence končí tím, že je svazek částic přesunut do vstupní polohy další sekvence.

Sekundární částice generované během pohybu svazku částic po snímací dráze lze použít ke generování dat tvořících základ analýzy a/nebo zpracování oblasti. Data mohou například představovat obraz oblasti.

Snímací dráha je například „rovná“, tzn. v zásadě rovná čára. Na rozdíl od toho není návratová dráha obecně rovnou čarou, protože každá návratová dráha běží částečně kolem uzavřené oblasti.

Sekvence je opakována v čase, aby se svazek částic postupně pomalu posunoval, tzn. snímací dráha za snímací dráhou, po celé oblasti určené k analýze a/nebo zpracování.

Podle provedení svazek částic neustále zasahuje povrch předmětu po dobu trvání každé sekvence. Svazek částic podle toho zasahuje povrch předmětu během pohybu svazku částic po snímacích drahách i během pohybu svazku částic po návratových drahách. Následně nemusí systém svazku částic mít zaslepovače svazku částic.

Podle jiného provedení obsahuje každá z návratových drah sekvencí část návratové dráhy obsaženou ve všech návratových drahách. Délka části návratové dráhy například představuje minimálně 30 % nebo minimálně 50 % délky nejkratší návratové dráhy nebo minimálně 30 % nebo minimálně 50 % délky nejkratší snímací dráhy sekvencí.

V tomto provedení je svazek částic posunován po části návratové dráhy během návratu v každé sekvenci. Výsledkem je, že je během návratu zasažena svazkem částic co nejmenší část povrchu předmětu. Proto negativní vlivy způsobené návratem jsou omezeny na malou část povrchu předmětu, uvedená část je umístěna zcela mimo oblast.

Podle jiného provedení je oblast definovaná uzavřenou hraniční čarou obdélníková. Oblast však

může mít odlišný tvar. Oblast dále může mít plochu minimálně  $(100 \text{ nm})^2$  nebo minimálně  $(1 \text{ }\mu\text{m})^2$ . Tudíž oblast obsahuje významně velkou plochu povrchu předmětu.

- 5 Podle jiného provedení jsou vstupní poloha a výstupní poloha přiřazené sekvenci (tzn. vstupní poloha a výstupní poloha stejné sekvence) odděleny vzdáleností minimálně 50 nm, především minimálně 100 nm, dále především minimálně 200 nm. Ve skutečnosti je tedy minimální délka každé ze snímacích drah definována, což představuje minimálně 50 nm, především minimálně 100 nm, dále především minimálně 200 nm.
- 10 Podle jiného provedení představuje vzdálenost mezi vstupními polohami umístěnými přímo vzájemně přilehle na hraniční čáře maximálně 200 nm, především maximálně 100 nm, dále především maximálně 10 nm. Čím je vzdálenost mezi vstupními polohami umístěnými přímo vzájemně přilehle na hraniční čáře menší, tím lepší je analýza a/nebo zpracování oblasti.
- 15 Podle jiného provedení představuje vzdálenost mezi výstupními polohami umístěnými přímo vzájemně přilehle na hraniční čáře maximálně 200 nm, především maximálně 100 nm, dále především maximálně 10 nm. Čím je vzdálenost mezi výstupními polohami umístěnými přímo vzájemně přilehle na hraniční čáře menší, tím lepší je analýza a/nebo zpracování oblasti.
- 20 Podle jiného provedení má hraniční čára první nepřerušovanou část, ve které jsou umístěny vstupní polohy a druhou nepřerušovanou část, ve které jsou umístěny výstupní polohy, přičemž první nepřerušovaná část a druhá nepřerušovaná část se nepřekrývají. Podle toho jsou vstupní polohy a výstupní polohy kolektivně od sebe navzájem odděleny. Například je oblast
- 25 obdélníková a hraniční čára má tudíž dvě dlouhé strany a dvě krátké strany. První nepřerušovaná část je například tvořena jednou ze dvou dlouhých stran a druhá nepřerušovaná část je tvořena druhou další ze dvou dlouhých stran. Proto se první a druhé části nepřekrývají. To odpovídá pohybu svazku čára za čarou, přičemž každá čára například začíná na stejné straně oblasti.
- Podle jiného vzorového provedení jsou snímací dráhy v podstatě rovnými čarami. „V podstatě rovná“ je čára, která má být provedena jako rovná čára systémem svazku částic, která ale není provedena jako přesně rovná čára z důvodu konečné přesnosti systému svazku částic a externích vlivů. Snímací dráhy každé sekvence mohou mít stejný tvar, tzn. být například v zásadě rovnými čarami. Snímací dráhy však mohou mít také jiný tvar.
- 30 Podle jiného provedení je střední hodnota délek snímacích drah menší než střední hodnota délek návratových drah. Podle alternativního provedení je střední hodnota délek snímacích drah větší než střední hodnota délek návratových drah. Střední hodnota je například aritmetická střední hodnota nebo medián.
- 35 Podle jiného provedení způsob dále obsahuje: definování oblasti; generování řídicích signálů pro vychylovací systém systému svazku částic založený na definované oblasti; přičemž je pohyb svazku částic realizován vychylovacím systémem.
- 40 V praxi jsou oblast a uzavřená hraniční čára ji definující definovány definicí systému svazku částic uživatelem. Definicí oblasti je stanovena část povrchu předmětu, která má být analyzována a/nebo zpracována za použití systému svazku částic. Na základě definované oblasti může ovladač systému svazku částic generovat řídicí signály ovládající vychylovací systém, který naopak vychyluje svazek částic v závislosti na řídicích signálech a tím uskutečňuje pohyb svazku částic přes povrch předmětu.
- 45 Podle jiného provedení způsob dále obsahuje: detekování sekundárních částic vygenerovaných interakcí svazku částic s předmětem; generování detekčního signálu představujícího množství a/nebo energii detekovaných sekundárních částic v závislosti na čase; a především generování dat představujících obraz oblasti založený na detekčním signálu. Detekování sekundárních částic
- 50 a/nebo generování detekčního signálu může být provedeno po dobu trvání každé sekvence.
- 55

Především je dále zpracována pouze taková část detekčního signálu, která je způsobena sekundárními částicemi, které byly vygenerovány, když svazek částic zasáhl oblast definovanou uzavřenou hraniční čarou.

- 5 V tomto provedení je detektor systému svazku částic konfigurován k detekci sekundárních částic vygenerovaných interakcí svazku částic s předmětem. Částice jsou detekovány po dobu trvání každé sekvence, tzn. průběžně od začátku sekvence do konce této sekvence. Detekční signál je také generován po dobu trvání každé sekvence, tzn. průběžně od začátku sekvence do konce této sekvence. Proto je detekční signál průběžným proudem dat představujícím množství a/nebo  
10 energii detekovaných sekundárních částic v závislosti na čase. Na základě detekčního signálu lze generovat data, která tvoří základ pro analýzu a/nebo zpracování oblasti. Data mohou například představovat obraz oblasti. Aby bylo možné generovat data, musí být z detekčního signálu vyjmuty takové části, které jsou způsobeny sekundárními částicemi, které byly vygenerovány, když byl svazek částic posouván po snímací dráze (a ne po návratové dráze). To může provést  
15 ovladač systému svazku částic.

Podle jiného provedení se svazek částic může zastavit na množství klidových míst, pokud na předem stanovenou klidovou dobu, během pohybu svazku částic po snímacích drahách. Toto odpovídá „rastrovému snímání“ oblasti. Takto je svazek částic směřován v čase za sebou na  
20 omezené množství nesouvisejících míst na snímací dráze (klidových míst) a zde zůstane v klidu po předem stanovenou dobu.

Podle jiného provedení je svazek částic průběžně posouván během pohybu svazku částic po snímacích drahách. Svazek částic lze především posouvat při v podstatě konstantní rychlosti  
25 během pohybu po snímacích drahách. Tento princip je protějškem „rastrového snímání“, protože je svazek částic posouván průběžně s v podstatě konstantní rychlostí a neodpočívá po předem stanovenou klidovou dobu ve stejném místě.

Podle jiného provedení obsahuje pohyb svazku částic z výstupní polohy přítomné sekvence do  
30 vstupní polohy další sekvence krok čekání před dosažením vstupní polohy další sekvence, přičemž je svazek částic v klidu po dobu trvání kroku čekání v podstatě na stejném místě. Elektronické součásti mikroskopu se svazkem částic použité pro pohyb svazku částic mohou způsobovat tlumenou oscilaci místa výskytu svazku částic na předmětu. Aby byla tato tlumená oscilace dostatečně ztlumena před pohybem svazku částic po snímací dráze, zůstává svazek částic  
35 v klidu během návratu po dobu trvání kroku čekání v podstatě na stejném místě. Místo výskytu se v zásadě mění pouze z důvodu tlumené oscilace. Obecně je toto místo v blízkosti vstupní polohy další sekvence.

#### 40 Objasnění výkresů

Provedení vynálezu jsou následně popsána s odkazem na obrázky.

Obr. 1 zachycuje vzorový systém svazku částic;  
45

Obr. 2 zachycuje pohyb svazku částic na povrchu předmětu;

Obr. 3 zachycuje způsob provozování systému svazku částic;

50 Obr. 4 zachycuje detaily prostorových vztahů během pohybu svazku částic po povrchu předmětu;

Obr. 5 zachycuje další vzorový systém svazku částic, jmenovitě snímací elektronový mikroskop;  
a  
55

Obr. 6 zachycuje další vzorový systém svazku částic, jmenovitě snímací elektronový mikroskop v kombinaci se sloupcem iontového paprsku.

## 5 Příklady uskutečnění vynálezu

Obrázek 1 zachycuje vzorový systém 1 svazku částic vhodný pro provedení způsobů zde popsaných, zejména vhodný pro analýzu a/nebo zpracování předmětu 3. Systém 1 svazku částic může být například mikroskopem se svazkem částic.

10

Systém 1 svazku částic obsahuje sloupec 2 svazku částic. Sloupec 2 svazku částic obsahuje zdroj 5 částic konfigurovaný ke generování svazku 7 částic. Svazek 7 částic je například tvořen elektrony nebo ionty.

15

Sloupec 2 svazku částic dále obsahuje potlačovací elektrodu 9, na kterou může být použit elektrický potenciál tak, že pouze takové částice vygenerované zdrojem 5 částic mající dostatečně velkou kinetickou energii mohou projít otvorem 11 v potlačovací elektrodě 9. Sloupec 2 svazku částic dále obsahuje urychlovací elektrodu 13, na kterou je použit elektrický potenciál na zrychlení částic procházejících otvorem 11 potlačovací elektrody 9 na předem stanovenou

20

kinetickou energii.

Sloupec 2 svazku částic dále obsahuje částicovou optickou čočku 15 vhodnou pro zaměření svazku 7 částic.

25

Sloupec 2 svazku částic dále obsahuje vychylovací systém 17 vhodný pro vychýlení svazku 7 částic tak, že svazek 7 částic může být směřován na různá místa na povrchu předmětu 3.

30

Vychylovací systém 17 může být vhodný pro vychylování svazku 7 částic ve dvou směrech vzájemně kolmo orientovaných, dva směry dále kolmo orientované na hlavní osu 19 částicové optické čočky 15.

35

Systém 1 svazku částic dále obsahuje ovladač 21 vhodný pro řízení sloupce 2 svazku částic. Ovladač 21 je konfigurován k řízení zdroje 5 částic, elektrického potenciálu použitého na potlačovací elektrodu 9, elektrického potenciálu použitého na urychlovací elektrodu 13, vychylovacího systému 17 a částicové optické čočky 15.

40

Systém 1 svazku částic dále obsahuje detektor 23 vhodný pro detekci sekundárních částic 24 vygenerovaných interakcí svazku 7 částic s předmětem 3. Detektor 23 lze uspořádat vně nebo uvnitř sloupce 2 svazku částic.

50

Detektor 23 je vhodný pro výstup detekčního signálu představujícího množství a/nebo energii detekovaných sekundárních částic v závislosti na čase. Ovladač 21 může přijímat a zpracovávat detekční signál detektoru 23.

45

S odkazem na Obr. 2 a 3 je níže popsán vzorový způsob provozu systému 1 svazku částic. Obr. 2 zachycuje, jak je svazek 7 částic posunován po povrchu 27 předmětu 3. Obr. 3 zachycuje vývojový diagram vzorového způsobu provozování systému 1 svazku částic. Předmětem způsobu je analyzovat a/nebo zpracovat oblast 25 povrchu 27 předmětu 3. Oblast 25 je definována uzavřenou hraniční čarou 29 zobrazenou jako čerchovaná čára na Obr. 2.

55

Způsob je založen na sekvenci, která je prováděna opakovaně v čase. V příkladu uvedeném na Obr. 2 obsahuje způsob pět sekvencí, tzn. sekvence je provedena pětkrát. Tento malý počet sekvencí je zvolen pouze pro zjednodušené vysvětlení způsobu. V praxi je sekvence opakována mnohem častěji.

Sekvence obsahuje pohyb svazku 7 částic ze vstupní polohy přítomné sekvence 31-1 až 31-5 do výstupní polohy přítomné sekvence 33-1 až 33-5 po snímací dráze 35-1 až 35-5, přičemž jsou vstupní poloha a výstupní poloha umístěny na hraniční čáře 29 a přičemž je snímací dráha umístěna zcela uvnitř oblasti 25.

Sekvence dále obsahuje pohyb svazku 7 částic z výstupní polohy přítomné sekvence 33-1 až 33-5 do vstupní polohy další sekvence 31-2 až 31-5, 31-1 po návratové dráze 37-1 do 37-5, přičemž je vstupní poloha další sekvence umístěna na hraniční čáře 29 a přičemž je návratová dráha zcela umístěna mimo oblast 25.

Vstupní poloha 31-1 a výstupní poloha 33-1 jsou přiřazeny prvnímu provedení sekvence, tzn. první sekvenci. Vstupní poloha 31-2 a výstupní poloha 33-2 jsou přiřazeny druhému provedení sekvence, tzn. druhé sekvenci. Vstupní poloha 31-3 a výstupní poloha 33-3 jsou přiřazeny třetímu provedení sekvence, tzn. třetí sekvenci. Vstupní poloha 31-4 a výstupní poloha 33-4 jsou přiřazeny čtvrtému provedení sekvence, tzn. čtvrté sekvenci. Vstupní poloha 31-5 a výstupní poloha 33-5 jsou přiřazeny pátému provedení sekvence, tzn. páté sekvenci.

Snímací dráha 35-1 první sekvence běží od vstupní polohy 31-1 první sekvence do výstupní polohy 33-1 první sekvence. Snímací dráha 35-2 druhé sekvence běží od vstupní polohy 31-2 druhé sekvence do výstupní polohy 33-2 druhé sekvence. Snímací dráha 35-3 třetí sekvence běží od vstupní polohy 31-3 třetí sekvence do výstupní polohy 33-3 třetí sekvence. Snímací dráha 35-4 čtvrté sekvence běží od vstupní polohy 31-4 čtvrté sekvence do výstupní polohy 33-4 čtvrté sekvence. Snímací dráha 35-5 páté sekvence běží od vstupní polohy 31-5 páté sekvence do výstupní polohy 33-5 páté sekvence.

Návratová dráha 37-1 první sekvence běží od výstupní polohy 33-1 první sekvence do vstupní polohy 31-2 druhé sekvence. Návratová dráha 37-2 druhé sekvence běží od výstupní polohy 33-2 druhé sekvence do vstupní polohy 31-3 třetí sekvence. Návratová dráha 37-3 třetí sekvence běží od výstupní polohy 33-3 třetí sekvence do vstupní polohy 31-4 čtvrté sekvence. Návratová dráha 37-4 čtvrté sekvence běží od výstupní polohy 33-4 čtvrté sekvence do vstupní polohy 31-5 páté sekvence. Návratová dráha 37-5 páté sekvence běží od výstupní polohy 33-5 páté sekvence do vstupní polohy 31-1 první sekvence.

První sekvence začíná směřováním svazku 7 částic na vstupní polohu 31-1 první sekvence. Počínaje vstupní polohou 31-1 první sekvence je svazek 7 částic posouván po snímací dráze 35-1 první sekvence do výstupní polohy 33-1 první sekvence, přičemž je první snímací dráha umístěna zcela uvnitř oblasti 25 definované hraniční čarou 29. Z výstupní polohy 33-1 první sekvence je svazek 7 částic posouván do vstupní polohy další sekvence, tzn. do vstupní polohy 31-2 druhé sekvence, přičemž je svazek 7 částic posouván po návratové dráze 37-1 první sekvence, která je zcela umístěna mimo oblast 25. První sekvence končí svazkem 7 částic, který dosáhne vstupní polohy další sekvence, tzn. vstupní polohy 31-2 druhé sekvence.

Druhá, třetí a čtvrtá sekvence jsou provedeny obdobně.

Pátá sekvence začíná nasměrováním svazku 7 částic na vstupní polohu 31-5 páté sekvence. Z vstupní polohy 31-5 páté sekvence je svazek 7 částic posouván po snímací dráze 35-5 páté sekvence do výstupní polohy 33-5 páté sekvence, přičemž pátá snímací dráha je umístěna zcela uvnitř oblasti 25 definované hraniční čarou 29. Z výstupní polohy 33-5 páté sekvence je svazek 7 částic posouván do vstupní polohy další sekvence, tzn. vstupní polohy 31-1 první sekvence, přičemž je svazek 7 částic posouván po návratové dráze 37-5 páté sekvence, která je umístěna zcela mimo oblast 25. Pátá sekvence končí, když svazek 7 částic dosáhne vstupní polohy další sekvence, tzn. vstupní polohy 31-1 první sekvence. Protože příklad způsobu uvedeného na Obr. 2 obsahuje pouze pět provedení sekvence, způsob po páté sekvenci končí. Alternativně může být způsob prováděn opakovaně, protože je svazek částic již opět nasměrován na vstupní polohu 31-1 první sekvence.

příkladu uvedeném na Obr. 2 je oblast 25 snímána čára za čarou, přičemž žádné další snímací dráhy nejsou umístěny mezi snímacími drahami sekvencí prováděných přímo jedna po druhé. Tato snímací strategie slouží pro vysvětlení způsobu a lze využít mnoho různých snímacích strategií. Jiná snímací strategie je například proloženým snímáním, ve kterém je jedna nebo více snímacích drah umístěno mezi snímacími drahami sekvencí prováděných přímo za sebou. Obr. 3 zachycuje vývojový diagram pro způsob popsany v souvislosti s Obr. 2, přičemž je způsob generalizován na  $N$  provedení sekvence, přičemž  $N$  je přirozené číslo. Generalizovaný způsob začíná v kroku S1 s prvním provedením sekvence, tzn. provedením první sekvence. Na Obr. 3 je k zobrazení  $i$ -té sekvence a  $i$ -tého provedení sekvence v tomto pořadí použit sekvenční čítač „ $i$ “.

V kroku S2 je svazek 7 částic posunut z  $i$ -té vstupní polohy (31-i) po  $i$ -té snímací dráze (35-i) do  $i$ -té výstupní polohy (33-i), přičemž je  $i$ -tá snímací dráha (35-i) umístěna zcela uvnitř oblasti 25.

V kroku S3, který následuje po kroku S2, je svazek 7 částic posunut z  $i$ -té výstupní polohy (33-i) po  $i$ -té návratové dráze (37-i) do  $(i+1)$ -té vstupní polohy (31-(i+1)), přičemž je  $i$ -tá návratová dráha (37-i) umístěna zcela mimo oblast 25. Takto  $i$ -tá sekvence končí. Pokud se v kroku S3  $i$  rovná  $N$ , je svazek 7 částic posunut z  $N$ -té výstupní polohy (33-N) po  $N$ -té návratové dráze (37-N) do první vstupní polohy (31-1).

V kroku S4, který následuje po kroku S3, je sekvenční čítač „ $i$ “ navýšen o 1.

V kroku S5, který následuje po kroku S4, je stanoveno, zda byly provedeny všechny z  $N$  sekvencí určených k provedení, či nikoliv. Pokud všechny z  $N$  sekvencí určených k provedení byly provedeny (ne), způsob v kroku S6 končí. Alternativně lze způsob od začátku opakovat, tzn. pokračovat krokem S1. Pokud všechny z  $N$  sekvencí určených k provedení nebyly provedeny (ano), způsob v kroku S2 pokračuje.

V kroku S5 lze použít podmínku ukončení odlišnou od vzorové podmínky ukončení výše popsané.

Způsoby popsané ve spojení s Obr. 2 a 3 vykonávají, že je svazek 7 částic systematicky posouván přes oblast 25. Detekováním sekundárních částic vygenerovaných interakcí svazku 7 částic s předmětem 3 lze oblast 25 analyzovat a/nebo zpracovat. Je zabráněno, aby svazek 7 částic zasáhl oblast 25 během návratu, přičemž lze zabránit negativním vlivům, protože je svazek částic posouván na začátek další snímací dráhy po návratových drahách 37-1 až 37-5, 37-i, které jsou umístěny zcela mimo oblast 25. Proto není nutné poskytnout zaslepovač svazku částic v systému 1 svazku částic, který pracuje tak, že svazek částic nezasáhne předmět během návratu svazku částic. Proto se lze vyhnout nákladům za zaslepovač svazku částic, protože jeho funkce lze dosáhnout výše popsanými způsoby.

Jak je znázorněno na Obr. 2, každá z návratových drah 37-1 až 37-5 může obsahovat část 39 návratové dráhy, která je obsažena ve všech z návratových drah 37-1 až 37-5. V příkladu znázorněném na Obr. 2 začíná část 39 návratové dráhy v poloze 41 a končí v poloze 43. Takto je svazek 7 částic směřován na nemnoho částí předmětu 3 během návratu, přičemž lze zmírnit negativní vlivy.

Během provedení způsobů popsanych v souvislosti s Obr. 2 a 3 lze detekovat sekundární částice 24 vygenerované interakcí svazku 7 částic s předmětem 3. To znamená, že sekundární částice 24 jsou detekovány po dobu trvání každé sekvence. Na základě detekovaných sekundárních částic 24 lze generátorem 23 vygenerovat detekční signál, přičemž detekční signál představuje množství a/nebo energii detekovaných sekundárních částic v závislosti na čase. To znamená, že je detekční signál generován po dobu trvání každé sekvence. Na základě detekčního signálu lze generovat data, která tvoří základ pro analýzu a/nebo zpracování oblasti 25; data například představují obraz oblasti 25. Časově omezené části lze získat z detekčního signálu nepřetržitě vydávaného



detektorem 23, přičemž jsou časově omezené části spojené s těmi sekundárními částicemi, které byly vygenerovány, například když se svazek 7 částic pohyboval po snímací dráze 35-1 až 35-5. Tudíž tyto části neobsahují příspěvky detekčního signálu, které jsou spojeny se sekundárními částicemi, které byly vygenerovány, když se svazek 7 částic pohyboval po jedné z návratových drah 37-1 až 37-5.

Podrobnosti vztahující se k vstupním polohám 31-1 až 31-5 sekvencí, výstupním polohám 33-1 až 33-5 sekvencí a jejich prostorové uspořádání jsou popsány v souvislosti s Obr. 4.

Oboustranná šipka 45 představuje vzdálenost mezi vstupní polohou 31-1 první sekvence a výstupní polohou 33-1 stejné sekvence. Na příkladu Obr. 4 je vzdálenost mezi vstupní polohou konkrétní sekvence a výstupní polohou stejné sekvence stejná pro každou ze sekvencí. Tato vzdálenost však nemusí být pro všechny sekvence stejná. Tudíž se vzdálenost různých sekvencí může lišit. Vzdálenost představovaná šipkou 45 činí, pro minimálně jeden a maximálně všechny páry vstupních poloh a výstupních poloh stejné sekvence, například minimálně 50 nm, především minimálně 100 nm nebo dále především minimálně 200 nm.

V příkladu zachyceném na Obr. 4 jsou vstupní polohy 31-1 a 31-2 umístěny na hraniční čáře 29 přímo vzájemně přilehle; vstupní polohy 31-2 a 31-3 jsou umístěny na hraniční čáře 29 přímo vzájemně přilehle; vstupní polohy 31-3 a 31-4 jsou umístěny na hraniční čáře 29 přímo vzájemně přilehle; vstupní polohy 31-4 a 31-5 jsou umístěny na hraniční čáře 29 přímo vzájemně přilehle. Čím jsou vstupní polohy umístěny blíže přímo vzájemně přilehle na hraniční čáře 29, tím lépe lze oblast 25 analyzovat a/nebo zpracovat.

Šipka 47 představuje vzdálenost mezi vstupními polohami umístěnými přímo vzájemně přilehle na hraniční čáře 29 (zde mezi vstupními polohami 31-1 a 31-2). Vzdálenost činí, pro minimálně jeden a maximálně všechny páry vstupních poloh umístěných vzájemně přilehle na hraniční čáře 29, například maximálně 200 nm, především maximálně 100 nm nebo především maximálně 10 nm.

V příkladu zachyceném na Obr. 4 jsou výstupní polohy 33-1 a 33-2 umístěny vzájemně přilehle na hraniční čáře 29; výstupní polohy 33-2 a 33-3 jsou umístěny vzájemně přilehle na hraniční čáře 29; výstupní polohy 33-3 a 33-4 jsou umístěny vzájemně přilehle na hraniční čáře 29; výstupní polohy 33-4 a 33-5 jsou umístěny vzájemně přilehle na hraniční čáře 29. Čím jsou výstupní polohy umístěny blíže přímo vzájemně přilehle na hraniční čáře 29, tím lépe lze oblast 25 analyzovat a/nebo zpracovat.

Šipka 49 představuje vzdálenost mezi výstupními polohami umístěnými přímo vzájemně přilehle na hraniční čáře 29 (zde mezi výstupními polohami 33-1 a 33-2). Vzdálenost činí, pro minimálně jeden a maximálně všechny páry výstupních poloh umístěných vzájemně přilehle na hraniční čáře 29, například maximálně 200 nm, především maximálně 100 nm nebo především maximálně 10 nm.

Šipky 47 a 49 mají v příkladu zachyceném na Obr. 4 stejnou délku. Vzdálenosti mohou obecně mít různé délky.

Hraniční čára 29 má první nepřerušovanou část 51 naznačenou plnou čarou na koncích zakončenou kosočtverci. První nepřerušovaná část 51 obsahuje všechny vstupní polohy 31-1 až 31-5. Hraniční čára 29 má druhou nepřerušovanou část 53 naznačenou plnou čarou na koncích zakončenou trojúhelníky. Druhá nepřerušovaná část 53 obsahuje všechny výstupní polohy 33-1 až 33-5. První část 51 a druhá část 53 se nepřekrývají.

Způsoby zde popsané mohou být také provedeny systémy svazků částic popsanými s odkazem na Obr. 5 a 6.

V perspektivním a schematicky zjednodušeném znázornění zachycuje Obr. 5 systém 101 svazku částic obsahující systém 103 elektronového mikroskopu mající hlavní osu 105.

5      Systém 103 elektronového mikroskopu je konfigurován ke generování primárního elektronového svazku 119, který je vysílán podél hlavní osy 105 systému 103 elektronového mikroskopu a ke směřování primárního elektronového svazku 119 na předmět 113.

10      Systém 103 elektronového mikroskopu obsahuje, pro tvorbu primárního elektronového svazku 119, elektronový zdroj 121, který je schematicky znázorněn pomocí katody 123 a elektrody 125 odrušovače a elektrody 126 extraktoru, které jsou uspořádány v odstupu. Systém 103 elektronového mikroskopu dále obsahuje akcelerační elektrodu 127, která přechází do svazkové trubice 129 a prochází skrz uspořádání 131 kondenzátoru, což je schematicky znázorněno pomocí prstencové cívky 133 a jha 135. Poté, co primární elektronový svazek 119 prošel skrz uspořádání 131 kondenzátoru, prochází skrz štěrbinový otvor 137 a středový otvor 139 v sekundárním elektronovém detektoru 141, načež primární elektronový svazek 119 vstoupí do objektivové čočky 143 systému 103 elektronového mikroskopu. Objektivová čočka 143 obsahuje magnetickou čočku 145 a elektrostatickou čočku 147 pro zaměření primárního elektronového svazku 119. Ve schématickém zobrazení Obr. 5 obsahuje magnetická čočka 145 prstencovitou cívku 149, interní sloupový kus 151 a externí sloupový kus 153. Elektrostatická čočka 147 je tvořena spodním koncem 155 svazkové trubice 129, interním spodním koncem externího sloupového kusu 153 a prstencovitou elektrodou 159, která se kónicky zužuje směrem k předmětu 113.

25      Ačkoliv tak není na Obr. 5 zachyceno, systém 103 elektronového mikroskopu dále obsahuje vychylovací systém pro vychylování primárního částicového svazku 119 ve směrech kolmých k hlavní ose 105.

30      Systém 101 svazku částic dále obsahuje ovladač 177, který řídí provoz systému 101 svazku částic. Ovladač 177 především řídí provoz systému 103 elektronového mikroskopu.

35      V perspektivním a schematicky zjednodušeném znázornění zachycuje Obr. 6 systém 102 svazku částic obsahující systém 107 iontového svazku mající hlavní osu 109 a systém 103 elektronového mikroskopu popsany nad odkazem na Obr. 5.

40      Hlavní osy 105 a 109 systému 103 elektronového mikroskopu a systém 107 iontového svazku se protínají v místě 111 v rámci sdílené pracovní oblasti v úhlu  $\alpha$ , který může mít hodnotu například  $45^\circ$  až  $55^\circ$  nebo cca  $90^\circ$  s výsledkem, že předmět 113 určený k analýze a/nebo zpracování mající povrch 115 může být jak zpracován v oblasti místa 111 za použití iontového svazku 117, který je emitován podél hlavní osy 109 systému 107 iontového svazku, tak analyzován pomocí elektronového svazku 119, který je emitován podél hlavní osy 105 systému 103 elektronového mikroskopu. Pro přidržení předmětu 113 je poskytnut schematicky zobrazený držák 116, který může upravit předmět 113 s ohledem na jeho vzdálenost od a orientaci s ohledem na systém 103 elektronového mikroskopu a systému 107 iontového svazku. Systém 107 iontového svazku obsahuje iontový zdroj 163 mající extrakční elektrodu 165, kondenzátor 167, zarážku 169, vychylovací elektrody 171 a zaměřovací čočku 173 pro vytvoření iontového svazku 117, který existuje v plášti 175 systému 107 iontového svazku. Podélná osa 109' držáku 116 je nakloněna s ohledem na svislici 105' v úhlu, který v tomto příkladu odpovídá úhlu  $\alpha$  mezi hlavními osami 105 a 109. Avšak směry 105' a 109' se nemusí shodovat s hlavními osami 105 a 109, a úhel, který svírají, nemusí odpovídat úhlu  $\alpha$  mezi hlavními osami 105 a 109.

50      Systém 102 svazku částic dále obsahuje ovladač 277, který řídí provoz systému 102 svazku částic. Ovladač 277 zejména řídí provoz systému 103 elektronového mikroskopu, systému 107 iontového svazku a držáku 116.

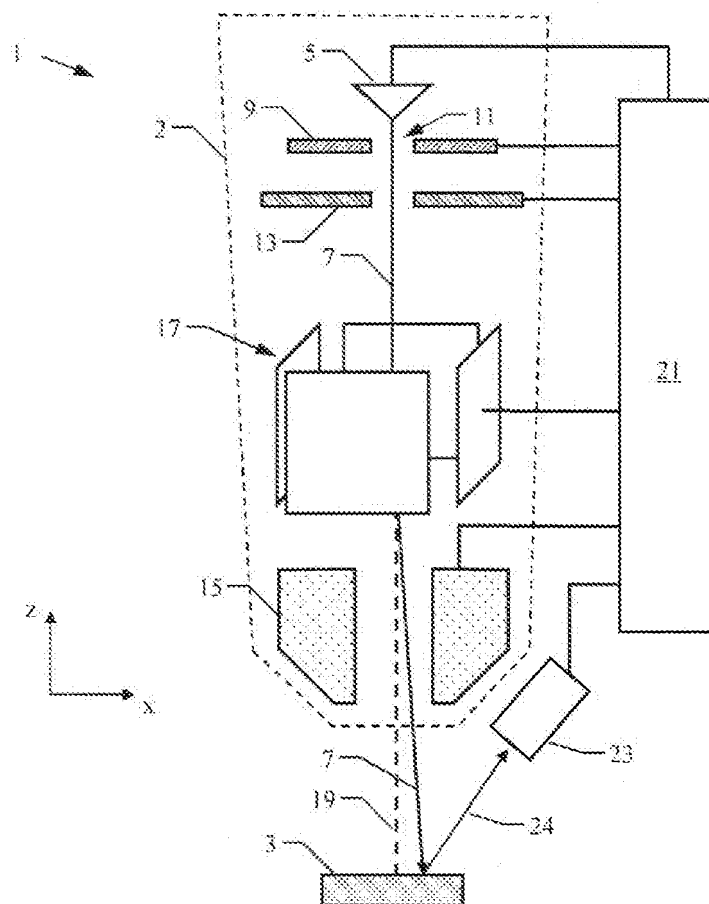
55

## PATENTOVÉ NÁROKY

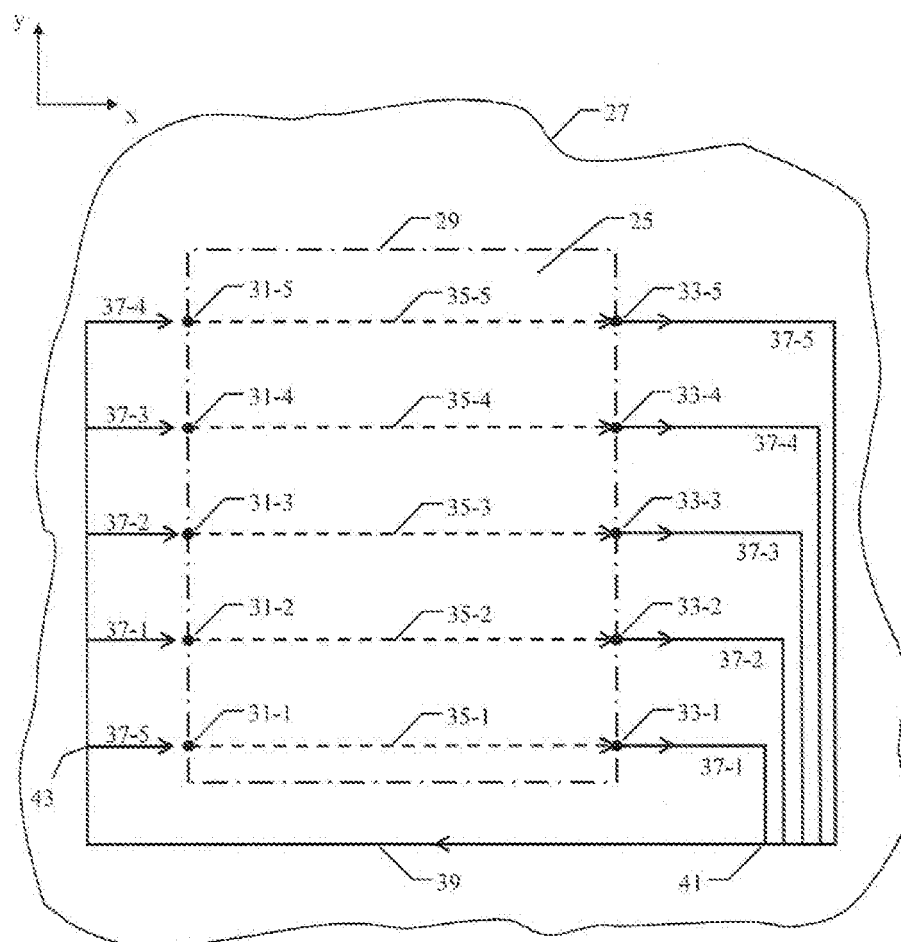
1. Způsob provozování systému svazku částic, způsob obsahující:  
 opakující se sekvenci na posun svazku (7) částic po povrchu (27) předmětu (3), předmět (3) mající na povrchu (27) oblast (25) definovanou virtuální uzavřenou hraniční čarou (29), přičemž sekvence obsahuje:  
 pohybuji se svazek (7) částic z vstupní polohy (31-1 až 31-5) přítomné sekvence do výstupní polohy (33-1 až 33-5) přítomné sekvence po snímání dráze (35-1 až 35-5), přičemž jsou vstupní poloha (31-1 až 31-5) přítomné sekvence a výstupní poloha (33-1 až 33-5) přítomné sekvence umístěny na hraniční čáře (29) a přičemž je snímání dráha (35-1 až 35-5) umístěna zcela uvnitř oblasti (25), a  
 pohybuji se svazek (7) částic z výstupní polohy (33-1 až 33-5) přítomné sekvence do vstupní polohy (31-2, 31-3, 31-4, 31-5, 31-1) další sekvence po návratové dráze (37-1 až 37-5), přičemž je vstupní poloha (31-2, 31-3, 31-4, 31-5, 31-1) další sekvence umístěna na hraniční čáře (29) a přičemž je návratová dráha (37-1 až 37-5) umístěna zcela mimo oblast (25).
2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že svazek (7) částic nepřetržitě zasahuje povrch (27) předmětu (3) po dobu trvání každé sekvence.
3. Způsob podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že každá z návratových drah (37-1 až 37-5) sekvencí obsahuje část (39) návratové dráhy obsaženou ve všech návratových drahách (37-1 až 37-5).
4. Způsob podle nároku 3, **vyznačující se tím**, že délka části (39) návratové dráhy činí minimálně 30 %, především minimálně 50 %, délky nejkratší návratové dráhy, nebo přičemž délka části (39) návratové dráhy činí minimálně 30 %, především minimálně 50 %, délky nejkratší snímání dráhy sekvencí.
5. Způsob podle jednoho z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že oblast (25) je obdélníková; a/nebo oblast (25) má plochu minimálně  $(100\text{ nm})^2$  nebo minimálně  $(1\text{ }\mu\text{m})^2$ .
6. Způsob podle jednoho z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že vstupní poloha sekvence (31-1) sekvencí a výstupní poloha stejné sekvence (33-1) jsou odděleny vzdáleností (45) minimálně 50 nm, především minimálně 100 nm, dále především minimálně 200 nm.
7. Způsob podle jednoho z nároků 1 až 6, **vyznačující se tím**, že vzdálenost (47) mezi vstupními polohami umístěnými přímo vzájemně přilehle na hraniční čáře (31-1, 31-2) činí maximálně 200 nm, především maximálně 100 nm, dále především maximálně 10 nm.
8. Způsob podle jednoho z nároků 1 až 7, **vyznačující se tím**, že vzdálenost (49) mezi výstupními polohami umístěnými přímo vzájemně přilehle na hraniční čáře (33-1, 33-2) činí maximálně 200 nm, především maximálně 100 nm, dále především maximálně 10 nm.
9. Způsob podle jednoho z nároků 1 až 8, **vyznačující se tím**, že má hraniční čára (29) první nepřerušovanou část (51), kde jsou umístěny vstupní polohy (31-1 až 31-5), a druhou nepřerušovanou část (53), kde jsou umístěny výstupní polohy (33-1 až 33-5), přičemž se první část (51) a druhá část (53) nepřekrývají.
10. Způsob podle jednoho z nároků 1 až 9, **vyznačující se tím**, že snímání dráhy (35-1 až 35-5) jsou v podstatě rovnými čarami.

11. Způsob podle jednoho z nároků 1 až 10, **vyznačující se tím**, že střední hodnota délek snímacích drah (35-1 až 35-5) je menší než střední hodnota délek návratových drah (37-1 až 37-5).
- 5
12. Způsob podle jednoho z nároků 1 až 11, **vyznačující se tím**, že dále obsahuje: definování oblasti (25);
- generování řídicích signálů pro vychylovací systém (17) mikroskopu se svazkem částic
- 10 založených na definované oblasti (25);
- příčemž pohyb svazku (7) částic je realizován vychylovacím systémem (17).
13. Způsob podle jednoho z nároků 1 až 12, **vyznačující se tím**, že dále obsahuje: detekování sekundárních částic (24) vygenerovaných interakcí svazku (7) částic s předmětem (3); generování detekčního signálu představujícího množství a/nebo energii detekovaných sekundárních částic (24) v závislosti na čase; a především
- 15 generování dat představujících obraz oblasti založený na detekčním signálu.
- 20
14. Způsob podle jednoho z nároků 1 až 13, **vyznačující se tím**, že
- svazek (7) částic zůstává v klidu v množství klidových poloh, pokaždé po předem stanovenou klidovou dobu, během pohybu svazku (7) částic po snímacích drahách (35-1 až 35-5); nebo
- 25 svazek (7) částic je nepřetržitě posouván během pohybu svazku (7) částic po snímacích drahách (35-1 až 35-5).
15. Systém (1) svazku částic **vyznačující se tím**, že je konfigurovaný k provedení způsobu podle jednoho z nároků 1 až 14.
- 30
16. Produkt počítačového programu **vyznačující se tím**, že obsahuje pokyny, které, když jsou provedeny ovladačem řídicím systémem svazku částic, způsobí, že ovladač řídí systém svazku částic tak, že systém svazku částic provede způsob podle jednoho z nároků 1 až 14.
- 35

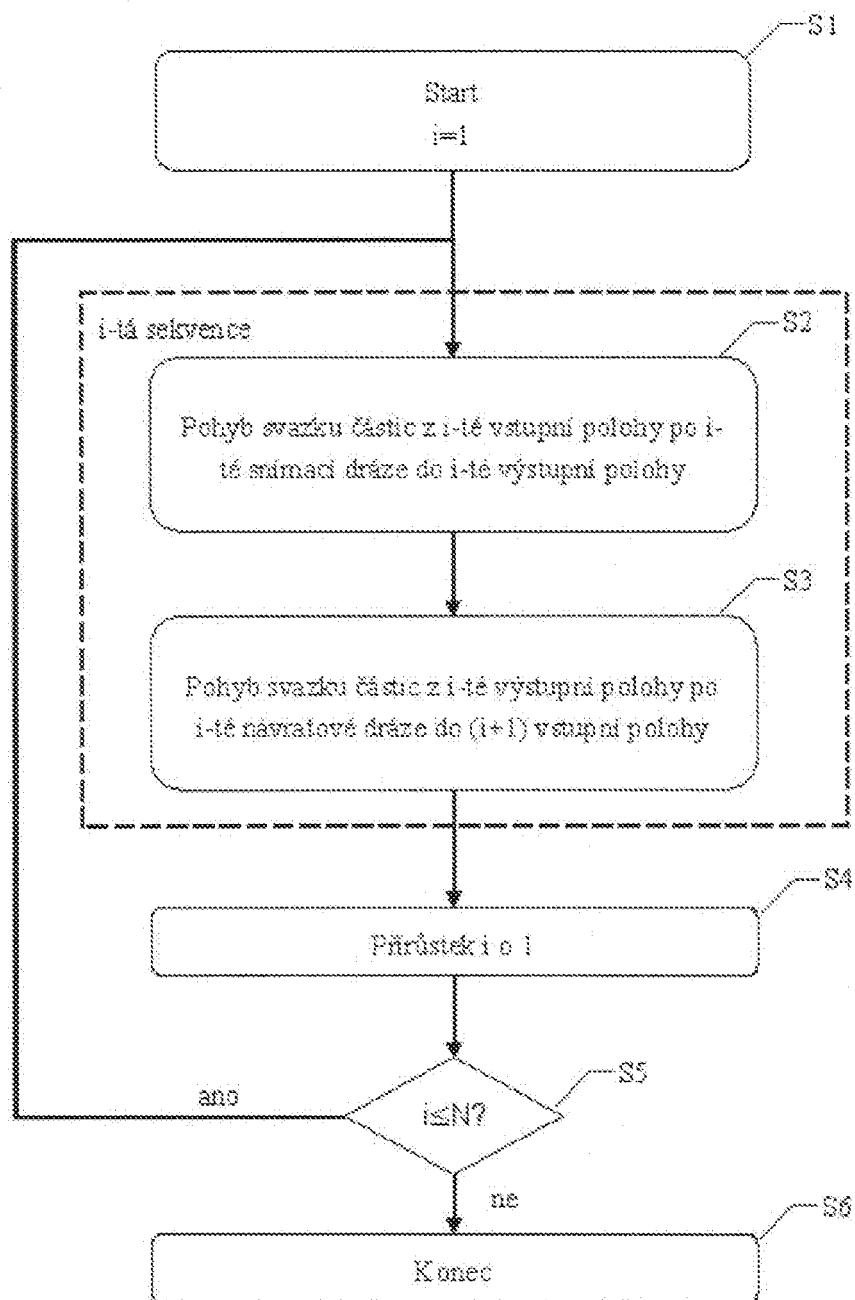
6 výkresů



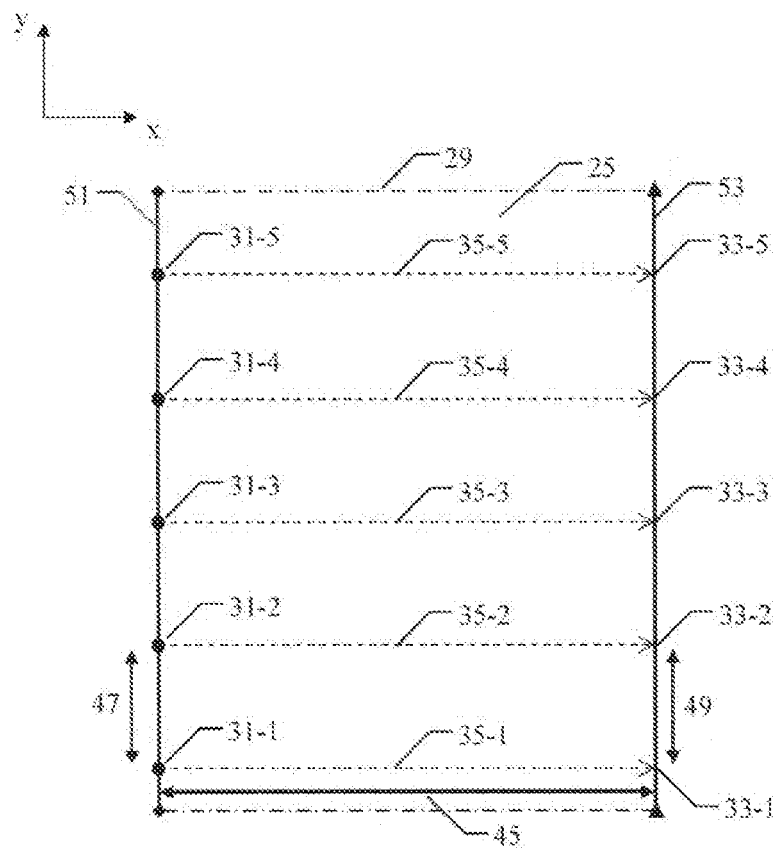
Obr. 1



Obr. 2

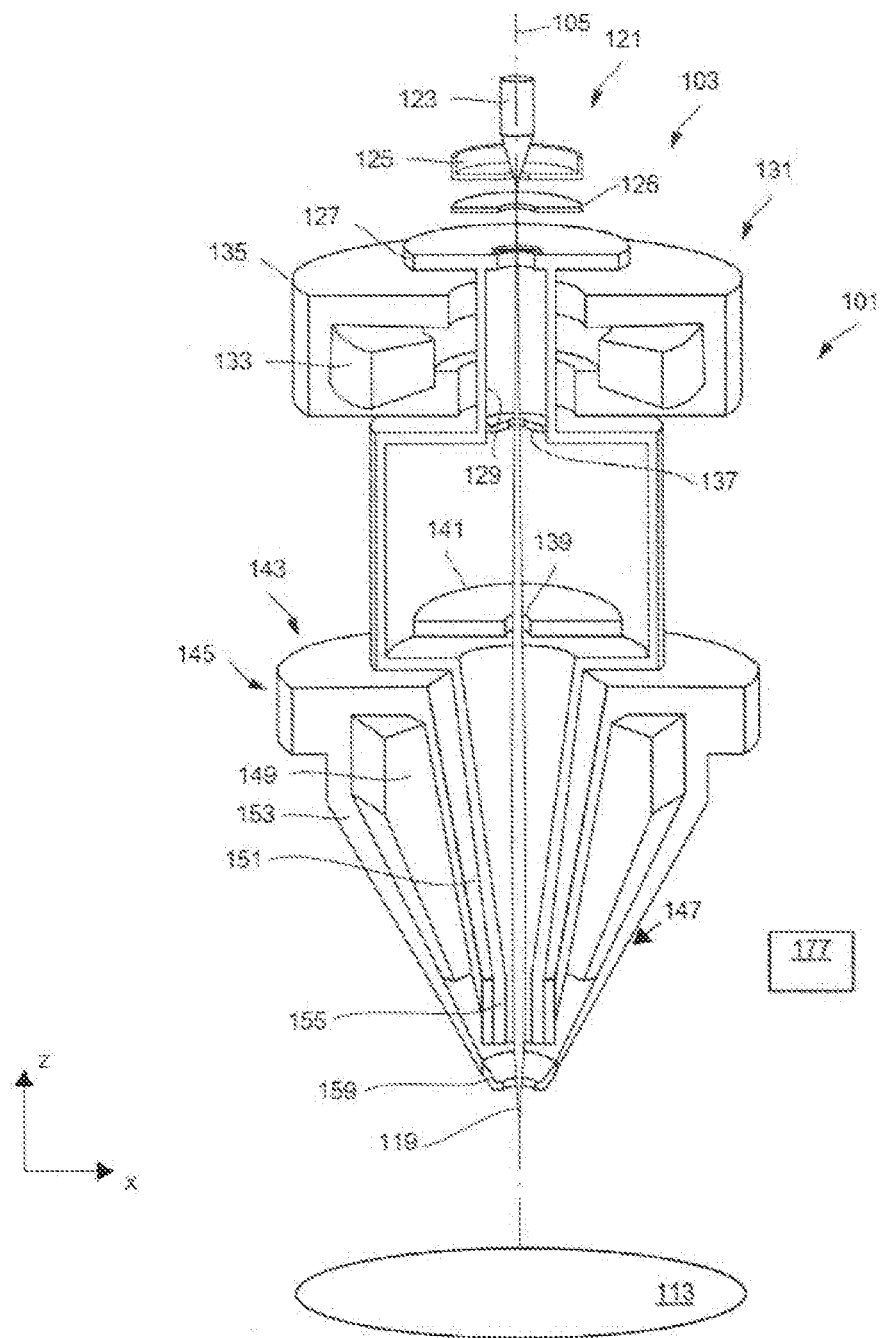


Obr. 3

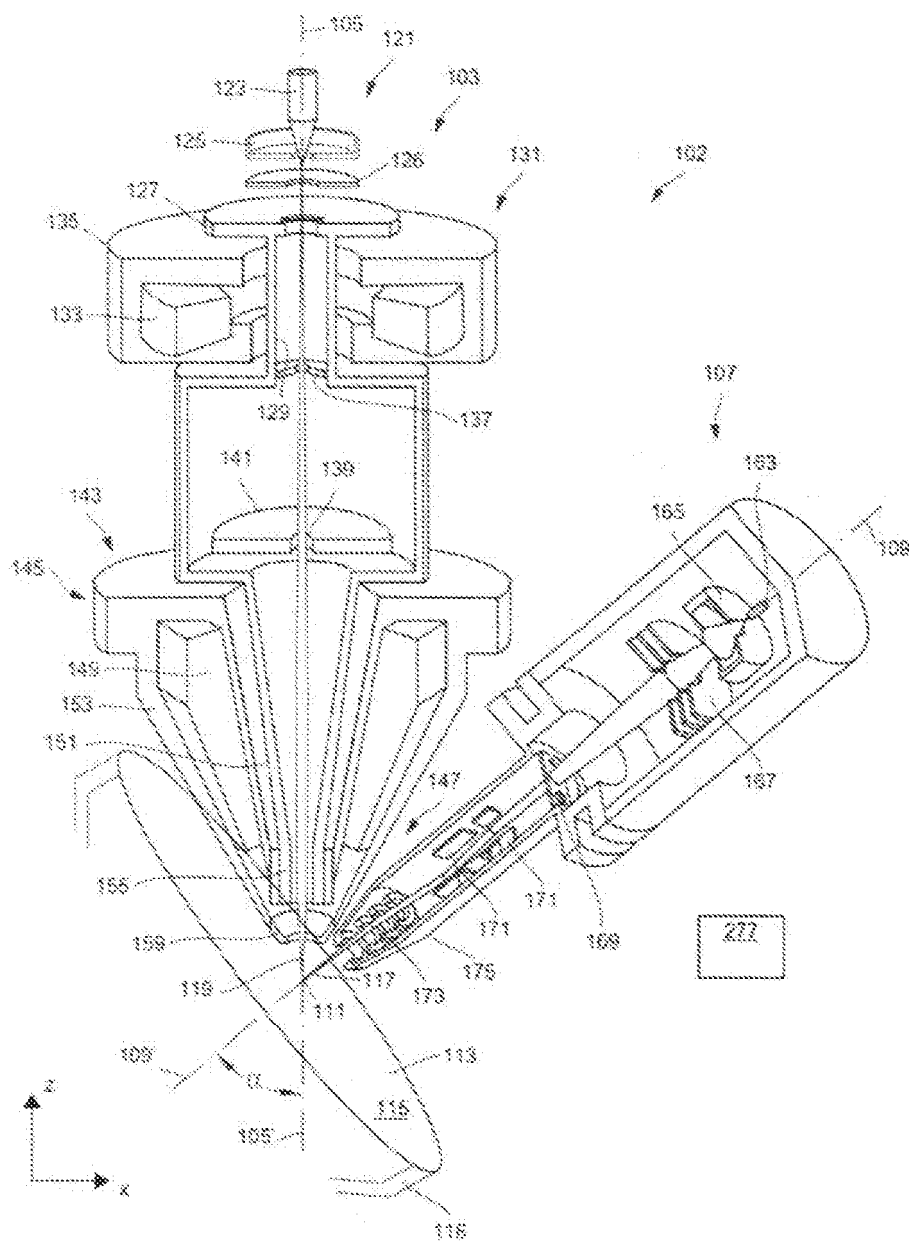


Obr. 4





Obr. 5



Obr. 6