

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

2017-424

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

H01J 37/28 (2006.01)

H01J 37/30 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **25.07.2017**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **06.02.2019**
(Věstník č. 6/2019)

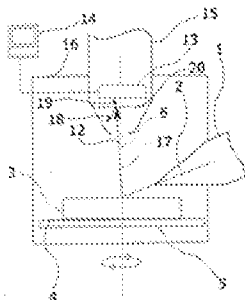
(71) Přihlašovatel:
TESCAN Brno, s.r.o., Brno, Kohoutovice, CZ
TESCAN ORSAY HOLDING a.s., Brno,
Kohoutovice, CZ

(72) Původce:
Dr. Andrey Denisyuk, Brno, Bystřice, CZ
MSc. Sharang Sharang, Brno, Královo Pole, CZ
Ing. Jozef Vincenc Oboňa, Ph.D., Hodruša-Hámre
966 61, SK

(74) Zástupce:
PatentEnter, Ing. Michal Jordán, Koliště 13a,
602 00 Brno

(54) Název přihlášky vynálezu:
Způsob odstranění hmoty

(57) Anotace:
Předmětem vynálezu je způsob rovnoměrného odstranění materiálu z povrchu vzorku odprašováním pomocí skenování povrchu fokusovaným iontovým svazkem a současně pozorování tohoto vzorku během odprašování. Rovnoměrného odprašování různých materiálů je dosaženo odprašováním pod vysokým úhlem z více směrů, přičemž tyto směry jsou vzájemně otočeny o nenulový úhel.



Způsob odstranění hmoty

Oblast techniky

5

Vynález se týká způsobu rovnoměrného odstranění vrstev materiálu z povrchu vzorků, zejména pak polovodičových zařízení, pomocí odprašování povrchu vzorku skenováním fokusovaným iontovým svazkem.

10

Dosavadní stav techniky

Rostoucí požadavky na výkon polovodičových zařízení a jejich neustálé zmenšování vede k tomu, že jsou vytvářena polovodičová zařízení s velmi vysokou hustotou polovodičových součástek. V klasických polovodičových zařízeních jsou polovodičové součástky umístěny do jednotlivých vrstev, které jsou umístěny na sebe. Aby bylo možné zobrazit a zkoumat polovodičové součástky umístěné v hlubších vrstvách polovodičového zařízení, například pro analýzu poruch nebo reverzního inženýrství, je nutné nejprve odstranit hmotu polovodičového zařízení překrývající tyto součástky.

20

Jedním ze způsobů, kterým se doposud provádí odstraňování horních vrstev polovodičových zařízení, je mechanické leštění. Tento způsob je sice poměrně rychlý, ale zanechává na povrchu opracovaného zařízení hluboké vrypy, které je nutné v dalším kroku odstranit jinou technikou. Mechanickým leštěním je zpravidla také dotčena a poškozena poměrně velká oblast polovodičového zařízení.

25

Dalším způsobem odstranění materiálu polovodičového zařízení je odprašování pomocí svazku částic s velkou hybností. Při nárazu částice s velkou hybností do povrchu vzorku dojde k vyražení části hmoty z povrchu vzorku, neboli k odprašování. Tohoto efektu je využito například u takzvaných iontových leštiček se širokým iontovým paprskem (BIB). Takové zařízení zpravidla obsahuje zdroj iontů a prostředky pro vedení paprsků iontů směrem k polovodičovému zařízení. Nevýhodou tohoto zařízení je, že při různé odprašovací rychlosti materiálů může dojít k vytvoření nežádoucích nerovností na opracovávaném povrchu. K eliminaci těchto nerovností je s úspěchem využíváno rotace a případně i náklon vzorku v průběhu odprašování, jak je popsáno v patentové přihlášce US 20120298884 A1. Průběh odprašování je pak možné sledovat pomocí optické mikroskopie, nebo pomocí skenovacího elektronového mikroskopu (SEM). Nevýhodou optické mikroskopie je nízké rozlišení, které neumožňuje rozeznat detailní struktury polovodičového zařízení. Oproti tomu SEM poskytuje dostatečné rozlišení. Nevýhodou SEM je, že při leštění pomocí BIB dochází k uvolnění velkého množství signálních částic z odprašované oblasti, což způsobuje velké rušení na detektoru a znemožňuje zobrazení této oblasti. Pokud má být vzorek dobře pozorovatelný pomocí SEM, musí být navíc ve stacionární poloze vůči skenovacímu mikroskopu a neměl by být současně ozařován pomocí BIB. Zařízení zahrnující současné použití SEM a BIB je popsáno například v patentové přihlášce US 20120298884 A1, nicméně SEM v případě nárokováného zařízení neslouží k pozorování povrchu během odprašování, ale k určení koncového bodu odprašování pomocí prostorové distribuce signálních elektronů.

35

40

45

Výše zmíněné nedostatky je možné odstranit pomocí odprašování materiálu z povrchu pomocí fokusovaného iontového svazku (FIB). FIB na rozdíl od BIB je sbíhavý svazek koncentrující ionty dopadající na vzorek do velmi malé oblasti. V současné době je běžnou praxí využívání FIB k odprašování malých objemů materiálu (tzv. sputtering). V polovodičovém průmyslu je ovšem kladen důraz na odprašování mnohem větších ploch, respektive objemů (tzv. delayering), a to z povrchů polovodičových zařízení, které obecně obsahují více komponent s různou odprašovací rychlostí. Při odprašování mnohdy dochází k tomu, že v důsledku různých odprašovacích rychlostí vznikají na povrchu nerovnosti překážející dalšímu zkoumání. Tyto

50

55

nerovnosti jsou v praxi často redukovány například vhodně nastavenou detekcí koncového bodu nebo použitím plynů pro homogenizaci povrchu před nebo během odprašování. Tyto metody jsou však zpravidla poměrně časově náročné a vyžadují zkušeného operátora. Často je také nutné upravovat parametry systému v průběhu odprašování. Značnou výhodou by bezesporu byla i vizualizace odprašování SEM, a to z důvodu vysokého rozlišení, nebo využití odprašeného materiálu (částic) k dodatečným analýzám na základě jejich vlastností.

Podstata vynálezu

Předmětem vynálezu je způsob odstranění jedné nebo několika vrstev hmoty z vybrané oblasti na vzorku odprašováním pomocí skenování povrchu vzorku fokusovaným iontovým svazkem (FIB) spočívající v tom, že vybraná oblast je odprašována z více směrů pod malým úhlem tak, že v prvním kroku je vzorek umístěn do první polohy vůči FIB a první skenovací oblast, zahrnující vybranou oblast, je odprašována v prvním směru pomocí FIB a v nejméně jednom dalším kroku je vzorek umístěn do druhé polohy vůči FIB a druhá skenovací oblast, zahrnující vybranou oblast, je odprašována pomocí FIB, přičemž první směr odprašování a druhý směr odprašování jsou vzájemně pootočený. Osa iontového tubusu vytvářejícího FIB a normála vybrané oblasti svírají úhel α o velikosti mezi 70-90 stupni.

Způsob provedení podle vynálezu zahrnuje první krok, ve kterém je vzorek umístěn do první polohy vůči FIB. Následně je v první poloze první skenovací oblast na vzorku odprašována pomocí FIB. Způsob provedení dále zahrnuje nejméně jeden druhý krok, ve kterém je vzorek umístěn do druhé polohy vůči FIB. Ve druhé poloze je druhá skenovací oblast na vzorku odprašována pomocí FIB. Druhá poloha může být vůči první poloze otočena okolo normály kolmé k povrchu vzorku o úhel β , přičemž se skenovací oblasti alespoň částečně překrývají. V překryvu skenovacích oblastí se nalézá vybraná oblast. Jako úhel otočení β je v textu rozuměn úhel svíraný dvěma průměty os FIB do roviny povrchu vybrané oblasti v jednotlivých polohách, neboli mezi směry odprašování. Tyto kroky mohou být opakovány do doby, než je vytvořen ve vybrané oblasti přibližně rovný a hladký povrch v požadované hloubce, například v předem určené vrstvě polovodičového zařízení. V ideálním případě jsou jednotlivé polohy vždy otočeny o stejný úhel oproti poloze předešlé. Všechny polohy mohou být navíc nakloněny o stejný úhel α , který je svírán normálou vybrané oblasti a osou FIB. Odprašováním vzorku pod úhlem α z více směrů se výrazně redukuje vytváření povrchových nerovností při odprašování komponent s různou odprašovací rychlostí.

Skenováním, ve smyslu vynálezu, se rozumí systematické a postupné přejíždění FIB ve skenovací oblasti na vzorku. Toto skenování probíhá tak, že FIB opisuje zpravidla lineární dráhu a dostane-li se na okraj skenovací oblasti, posune se nebo změní směr a začne opisovat další lineární dráhu a to do doby, než je oskenována celá skenovací oblast.

Hmota vzorku může být složena ze dvou a více komponent majících různou odprašovací rychlost. Tyto komponenty mohou být tvořeny stejným materiálem obsahujícím například částice s různou prostorovou orientací nebo mohou být tvořeny více různými materiály. Vzorkem může být například polovodičové zařízení. V polovodičovém zařízení jsou běžně používanými materiály zejména měď, tantal, křemík, oxid křemičitý, galium, arsen a další.

Opracovávaný vzorek je zpravidla umístěn ve vakuové komoře na úložné ploše umístěné na manipulačním stole. Manipulační stolek může být uzpůsoben k rotaci kolem normály povrchu vzorku.

FIB je charakterizován osou FIB, urychlovací energií a druhem použitých iontů. Urychlovací energie běžně používané pro odprašování mohou být v rozmezí 1-30 keV. Nejčastěji používanými ionty jsou ionty Ga tvořené iontovým zdrojem na bázi tekutého kovu nebo ionty Xe tvořené plazmovým iontovým zdrojem. Existují však i jiné, moderní iontové zdroje, jako

například zdroje využívající ionizaci laserem chlazeného atomického paprsku (tzv. Cold atomic beam ion source), umožňující vytvářet široké spektrum různých iontů.

5 Změna polohy vzorku mezi jednotlivými polohami může probíhat za nepřerušovaného skenování vzorku nebo s přerušeným skenováním v průběhu změny polohy. Nepřerušované skenování může být využito zejména v případě, kdy je vzorek přesunut mezi polohami rotací kolem normály vybrané oblasti vzorku.

10 Zařízení k provádění vynálezu může dále zahrnovat alespoň jeden detektor signálních částic. Signální částice vzniklé postupným odprašováním při skenování povrchu skenovací oblasti mohou být tímto detektorem detekovány. Signál vytvořený těmito částicemi může být zpracován technickými prostředky pro vyhodnocení a zobrazení signálu, které může následně generovat a zobrazovat dvourozměrný obraz skenované oblasti na vzorku v průběhu odstraňování vrstev.

15 Dále může být zařízení vybaveno alespoň jedním dalším zařízením generujícím svazek nabitých částic. Tímto zařízením může být například skenovací elektronový mikroskop nebo skenovací iontový mikroskop. Princip využití skenovacího mikroskopu pro získání obrazu povrchu skenované oblasti je všeobecně známý. V zařízení pro provádění způsobu podle vynálezu vybaveném elektronovým skenovacím mikroskopem je možné využít sekundárních anebo zpětně
20 odražených elektronů pro pozorování odprašování vzorku v případě, kdy není vzorek vystaven FIB. V případě, že je skenovací elektronový mikroskop dále vybaven zařízením pro filtraci signálních částic je možné používat toto zařízení i při současném skenování pomocí FIB. Zatímco dopadající FIB produkuje iontově indukované sekundární elektrony a sekundární ionty,
25 elektronový svazek dopadající na vzorek produkuje sekundární elektrony a zpětně odražené elektrony. Vzhledem k tomu, že se sekundární a zpětně odražené elektrony liší svojí energií a trajektorií, je možné pomocí filtrace tyto částice oddělit a detekovat na detektoru pouze zpětně odražené elektrony. Díky tomu je možné pozorovat povrch vzorku skenovacím elektronovým mikroskopem i v průběhu odprašování FIB.

30

Objasnění výkresů

Obr. 1 Zařízení pro provedení vynálezu

35 Obr. 2 Odprašování vzorku se dvěma komponentami

Obr. 3 Způsob provedení vynálezu

Obr. 4 Další způsob provedení vynálezu

40

Obr. 5 Příklady výsledků provedení vynálezu

Obr. 6 Zařízení pro provedení vynálezu zahrnující detektor

45 Obr. 7 Zařízení pro provedení vynálezu zahrnující skenovací elektronový mikroskop

Příklady uskutečnění vynálezu

50 Na obr. 1 je schematicky znázorněno zařízení k provádění vynálezu. Zařízení zahrnuje iontový tubus 1 pro vytváření a vedení fokusovaného iontového svazku mající osu 2. Podél osy 2 může být šířen fokusovaný iontový svazek směrem na vzorek 3. Vzorkem 3 může být například polovodičové zařízení. Vzorek 3 je umístěn na úložné ploše 4, která může být oddělitelná nebo neoddělitelná od manipulačního stolku 5. Manipulační stůlek 5 a iontový tubus 1 jsou alespoň
55 částečně umístěny uvnitř vakuové komory 16. Dále je manipulační stůlek 5 vybaven pohybovým

mechanismem umožňujícím rotační pohyb kolem normály 6 povrchu vzorku 3. Normála 6 povrchu vzorku 3 svírá s osou 2 úhel α , který může být v rozmezí 70 až 90 stupňů. Přitom zpravidla platí, že čím vyšší je úhel alfa, tím rovnějšího povrchu lze dosáhnout. Z tohoto pohledu se jeví jako nejvhodnější úhel α o velikosti přibližně 87 stupňů.

5

Obr. 2a ukazuje schematicky odprašování vzorku 3 v prvním směru. Vzorek 3 obsahuje komponenty 7a, 7b s vyšší odprašovací rychlostí a komponentu 8 s nižší odprašovací rychlostí. Při odprašování v prvním směru je komponenta 7a s vyšší odprašovací rychlostí odprašována rychleji než komponenta 8 s nižší odprašovací rychlostí. Komponenta 7b s vyšší odprašovací rychlostí je v zákrytu komponenty 8 s nižší odprašovací rychlostí a přesto, že má vyšší odprašovací rychlost než komponenta 8 s nižší odprašovací rychlostí, je odstraňována přibližně stejnou rychlostí jako komponenta 8 s nižší odprašovací rychlostí.

10

Obr. 2b ukazuje schematicky další krok odprašování vzorku 3, tedy odprašování ve druhém směru. Vzorek obsahuje dvě komponenty 7a, 7b s vyšší odprašovací rychlostí a komponentu 8 s nižší odprašovací rychlostí. Komponenta 7b s vyšší odprašovací rychlostí je odprašována rychleji než komponenta 8 s nižší odprašovací rychlostí. Naopak komponenta 7a s vyšší odprašovací rychlostí je stíněna komponentou 8 s nižší odprašovací rychlostí a k odprašování téměř nedochází až do doby, než je komponenta 8 s nižší odprašovací rychlostí odprašena přibližně na úroveň komponenty 7a s vyšší odprašovací rychlostí.

15

20

Obr. 3 schematicky znázorňuje způsob provedení, kdy první skenovací oblast 9a vzorku 3 umístěného na úložné ploše 4 je v prvním kroku odprašována fokusovaným iontovým svazkem v prvním směru 2a odprašování. Ve druhém kroku je vzorek 3 umístěn do druhé polohy a druhá skenovací oblast 9b je odprašována v druhém směru 2b odprašování, přičemž směry 2a, 2b odprašování jsou průměty osy 2 fokusovaného iontového svazku do roviny kolmé na normálu 6 povrchu vzorku 3 a svírají úhel β o velikosti 45 stupňů. V průniku skenovacích oblastí 9a, 9b se nalézá vybraná oblast 10.

25

Obr. 4 zobrazuje další způsob provedení, kdy je vzorek 3 odprašován fokusovaným iontovým svazkem postupně z osmi různých směrů 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f, 2g, 2h odprašování. Tyto směry 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f, 2g, 2h odprašování svírají mezi sebou navzájem úhel β o velikosti 45 stupňů nebo jeho násobky.

30

Obr. 5 zobrazuje některé z možných výsledků 11a, 11b, 11c, 11d, 11e, 11f provedení vynálezu. Vzorek 3 je umístěn na úložné ploše 4, která umožňuje kromě rotace kolem normály 6 také posuvy ve směru os x a y . Osy x , y jsou na sebe navzájem kolmé. Posuv a rotace úložné plochy 4 nebo manipulačního stolku 5 umožňují snadno vytvářet více diskrétních vybraných oblastí 10 na vzorku 3.

35

40

Ve výsledku 11a provedení je vzorek 3 odprašován ve 4 směrech, které mezi sebou vzájemně svírají násobky úhlu β o velikosti 90 stupňů.

45

V dalším výsledku 11b provedení je vzorek 3 odprašován ze 4 směrů, kdy první směr s druhým směrem a třetí směr se čtvrtým směrem mezi sebou svírají úhel β o velikosti 45 stupňů a druhý směr s třetím směrem a čtvrtý směr s prvním směrem úhel β o velikosti 135 stupňů.

50

V dalším výsledku 11c provedení je vzorek 3 odprašován v 6 směrech, kdy první směr s druhým směrem, třetí směr se čtvrtým směrem, čtvrtý směr s pátým směrem a šestý směr s prvním mezi sebou svírají úhel β o velikosti 30 stupňů a druhý směr s třetím směrem a pátý směr s šestým směrem úhel β o velikosti 120 stupňů.

55

V dalším výsledku 11d provedení je vzorek 3 odprašován v 6 směrech, které mezi sebou vzájemně svírají násobky úhlu β o velikosti 60 stupňů.

V dalším výsledku 11e provedení je vzorek 3 odprašován v 10 směrech, které mezi sebou vzájemně svírají násobky úhlu β o velikosti 36 stupňů.

5 V dalším výsledku 11f provedení je vzorek 3 odprašován kontinuálně v průběhu rotace vzorku 3 kolem normály 6 příslušného bodu ve vybrané oblasti 10.

Obr. 6 ukazuje schematicky další zařízení k provedení vynálezu. Toto zařízení je, na rozdíl od zařízení na obr. 1, vybaveno navíc detektorem 13 signálních částic 12. Detektor 13 je umístěn uvnitř vakuové komory 16. Signální částice 12, které vznikají při odprašování povrchu vzorku 3 10 fokusovaným iontovým svazkem je možné detektorem 13 zachytit. Signální částice 12 na detektoru 13 vytváří signál, který je technickými prostředky 14 pro vyhodnocení a zobrazení signálu převeden do podoby obrazu povrchu vzorku 3. Takto je možné pozorovat vzorek 3 během odprašování. Signálními částicemi 12 mohou být sekundární ionty nebo iontově indukované sekundární elektrony.

15 Obr. 7 ukazuje schematicky další zařízení k provedení vynálezu. Na rozdíl od provedení na obr. 6 zařízení zahrnuje skenovací elektronový mikroskop 15 umožňující vytvářet elektronový svazek a směřovat jej na vzorek 3 podél osy 17 elektronového mikroskopu 15. Skenovací elektronový mikroskop 15 dále umožňuje vychýlit elektronový svazek směrem od osy 17 elektronového 20 mikroskopu 15 a skenovat jej po povrchu vzorku 3. Elektronový svazek při kontaktu se vzorkem 3 vytváří signální částice 12 skládající se zejména ze sekundárních elektronů 18, zpětně odražených elektronů 19 a dalších. V provedení zařízení podle obrázku 7 je dále detektor 13 signálních částic 12 umístěn uvnitř tubusu skenovacího elektronového mikroskopu 15. Detektoru 13 je předřazeno filtrační zařízení 20, které má v tomto případě podobu mřížky připojené ke 25 zdroji napětí umožňující rozdělit signální částice 12 tak, že pouze zpětně odražené elektrony 19 mohou dosáhnout detektoru 13, zatímco sekundární elektrony 18 jsou filtračním zařízením 20 odkloněny. Zpětně odražené elektrony 19 je tedy možné detekovat i při skenování skenovacím elektronovým mikroskopem 15 a současném odprašování pomocí fokusovaného iontového svazku.

30

PATENTOVÉ NÁROKY

35

1. Způsob odstranění hmoty z vybrané oblasti (10) na vzorku (3) odprašováním pomocí skenování povrchu vzorku (3) fokusovaným iontovým svazkem **vyznačující se tím**, že vybraná oblast (10) je odprašována nejméně ze dvou různých směrů (2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f, 2g, 2h) 40 odprašování tak, že

v prvním kroku je vzorek (3) umístěn do první polohy vůči fokusovanému iontovému svazku a vybraná oblast (10) je odprašována v prvním směru (2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f, 2g, 2h) odprašování fokusovaným iontovým svazkem;

45

v nejméně jednom dalším kroku je vzorek (3) umístěn do druhé polohy vůči fokusovanému iontovému svazku a vybraná oblast (10) je odprašována ve druhém směru (2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f, 2g, 2h) odprašování fokusovaným iontovým svazkem;

50 přičemž první směr (2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f, 2g, 2h) odprašování a druhý směr (2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f, 2g, 2h) odprašování jsou vzájemně otočeny o úhel β ;

a současně úhel α , který svírá normála (6) vybrané oblasti (10) s osou (2) zařízení je větší než 70 stupňů a menší než 90 stupňů.

55

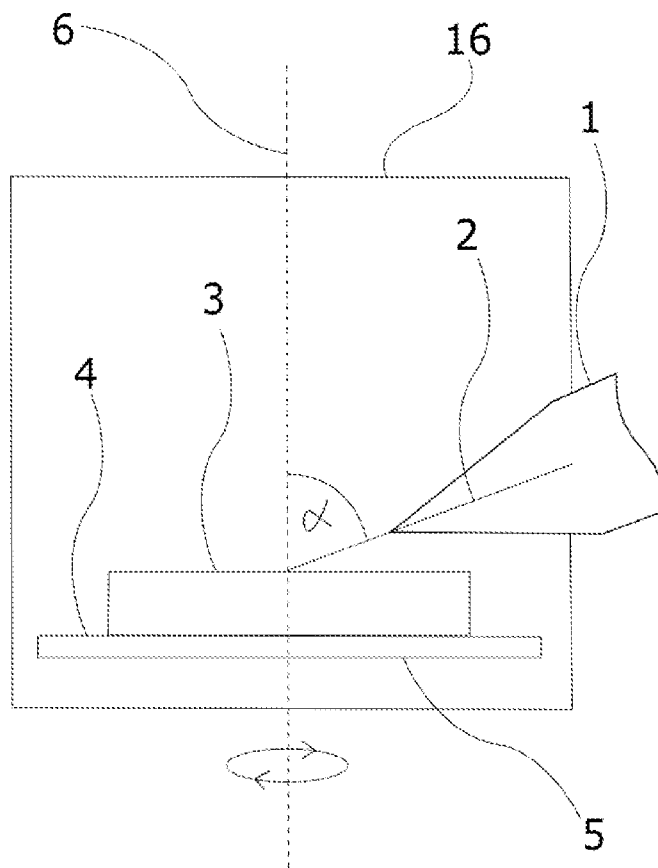
2. Způsob odstranění hmoty podle nároku 1 **vyznačující se tím**, že změna polohy vzorku (3) vůči fokusovanému iontovému svazku probíhá otočením vzorku (3) kolem normály (6) vybrané oblasti (10).
- 5 3. Způsob odstranění hmoty podle nároku 1 nebo 2 **vyznačující se tím**, že velikost úhlu α je ve všech polohách stejná.
- 10 4. Způsob odstranění hmoty podle kteréhokoli z nároků 1 až 3 **vyznačující se tím**, že vybraná oblast (10) je odprašována alespoň ze čtyř směrů.
- 5 5. Způsob odstranění hmoty podle nároku 1 až 4 **vyznačující se tím**, že alespoň 2 směry (2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f, 2g, 2h) odprašování jsou vzájemně otočeny o úhel β o velikosti 45 stupňů.
- 15 6. Způsob odstranění hmoty podle nároku 1 až 5 **vyznačující se tím**, že změna polohy vzorku (3) zařízení vůči fokusovanému iontovému svazku probíhá za současného odprašování skenováním povrchu vzorku (3) fokusovaným iontovým svazkem.
- 20 7. Způsob odstranění hmoty podle kteréhokoliv z nároků 1 až 6 **vyznačující se tím**, že odprašovaná hmota vzorku obsahuje alespoň jednu komponentu (8) s nižší odprašovací rychlostí a jednu komponentu (7a, 7b) s vyšší odprašovací rychlostí.
- 25 8. Způsob odstranění hmoty podle kteréhokoliv z nároků 1 až 7 **vyznačující se tím**, že alespoň část signálních částic (12) vznikajících během odprašování je detekována na detektoru (13) a ze získaného signálu je vytvořen obraz povrchu vzorku (3).
- 30 9. Způsob odstranění hmoty podle kteréhokoliv z nároků 1 až 7 **vyznačující se tím**, že povrch vzorku (3) je skenován elektronovým svazkem a vznikající signální částice (12) jsou filtrovány a zpětně odražené elektrony (19) jsou detekovány na detektoru (13) a ze získaného signálu je vytvořený obraz povrchu vzorku (3).
- 35 10. Způsob odstranění hmoty podle nároku 8 a 9 **vyznačující se tím**, že zobrazování vytyčené oblasti (10) pomocí detekce alespoň části signálních elektronů (12) probíhá nepřerušovaně po celou dobu odprašování vzorku (3) fokusovaným iontovým svazkem.
11. Způsob odstranění hmoty podle kteréhokoliv z nároků 1 až 10 **vyznačující se tím**, že vzorek (3) je polovodičové zařízení.

Seznam vztahových značek

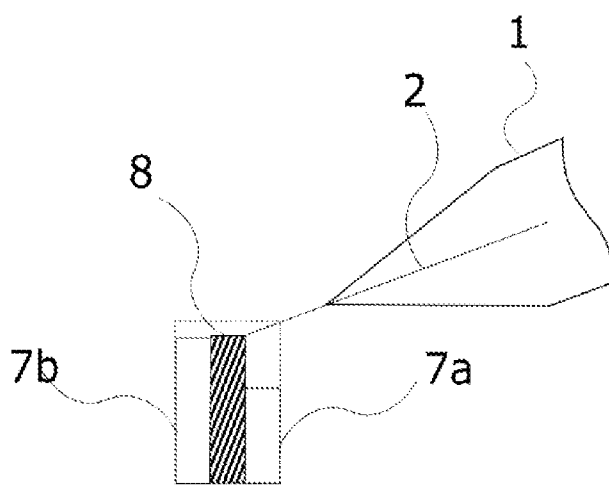
- 40 1 - Iontový tubus
2 - Osa
2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f, 2g, 2h - Směr odprašování
3 - Vzorek
45 4 - Úložná plocha
5 - Manipulační stolek
6 - Normála vybrané oblasti
7a, 7b - komponentou s vyšší odprašovací rychlostí
8 - Komponenta s nižší odprašovací rychlostí
50 9, 9a, 9b - Skenovací oblast
10 - Vybraná oblast
11a, 11b, 11c, 11d, 11e, 11f - Výsledek provedení
12 - Signální částice
13 - Detektor
55 14 - Technické prostředky pro vyhodnocení a zobrazení

- 15 - Skenovací elektronový mikroskop
 16 - Vakuová komora
 17 - Osa elektronového mikroskopu
 18 - Sekundární elektrony
 5 19 - Zpětně odražené elektrony
 20 - Filtrační zařízení

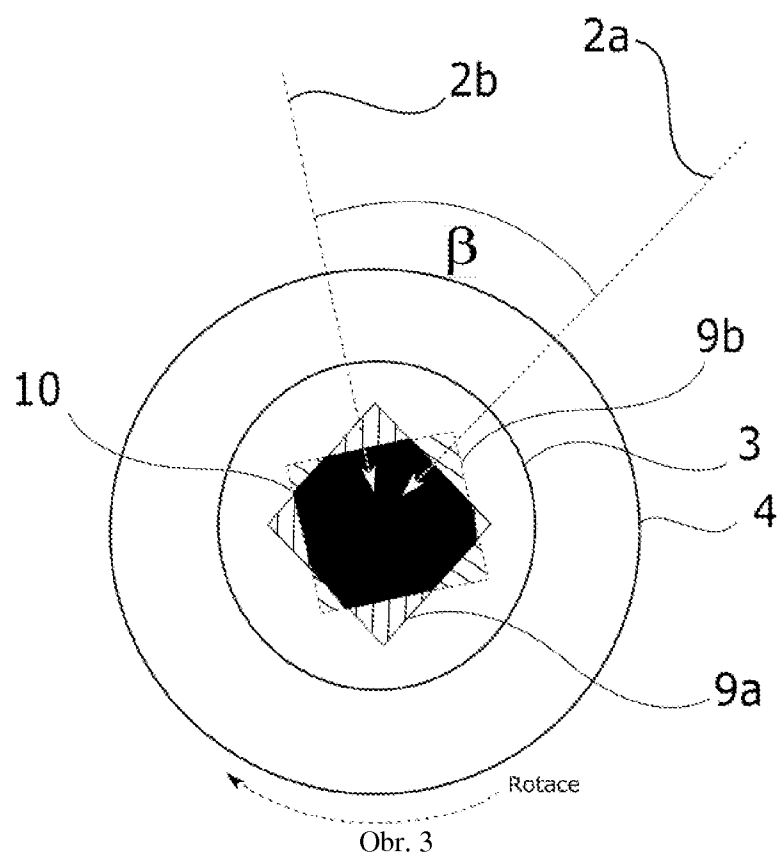
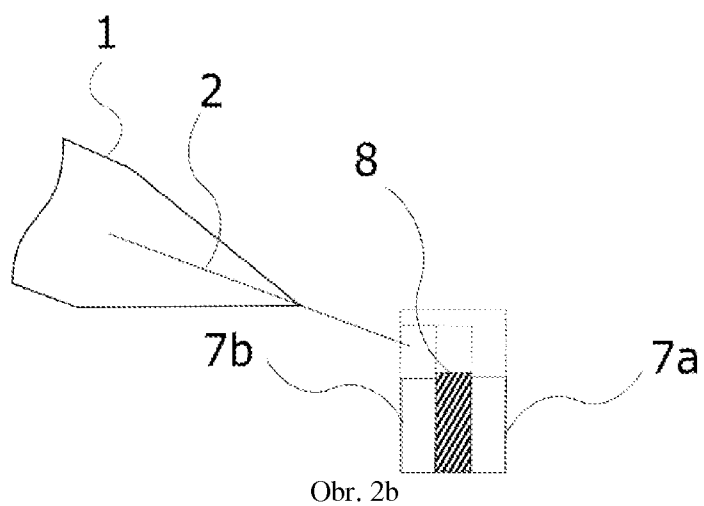
5 výkresů

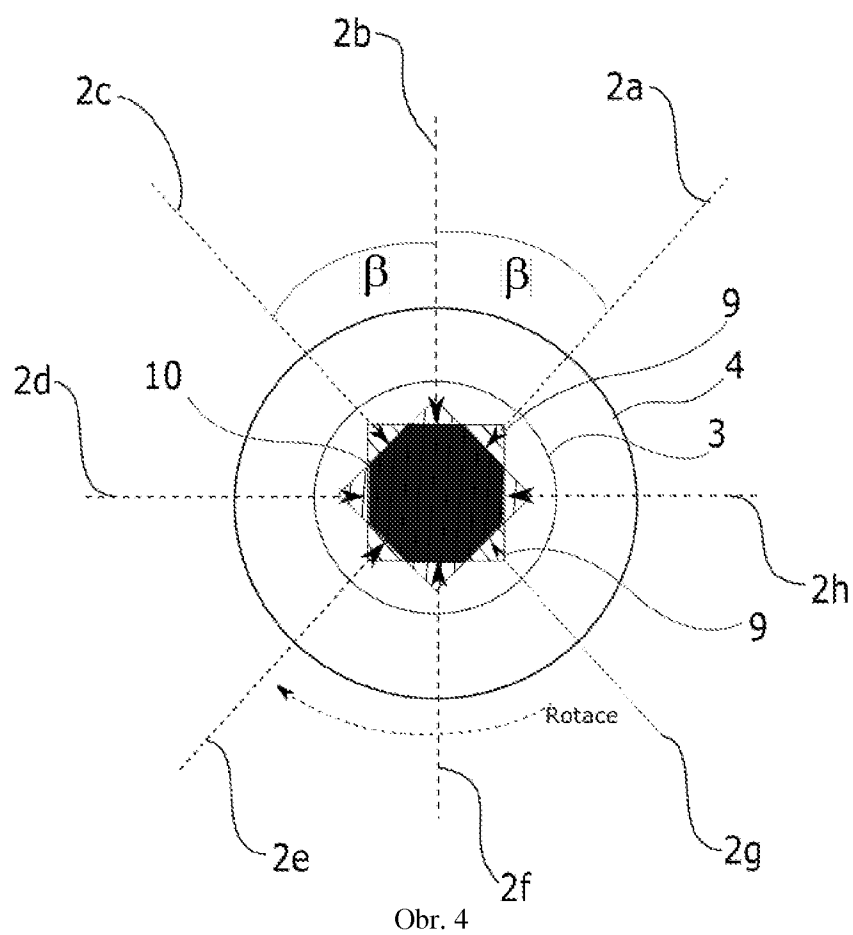


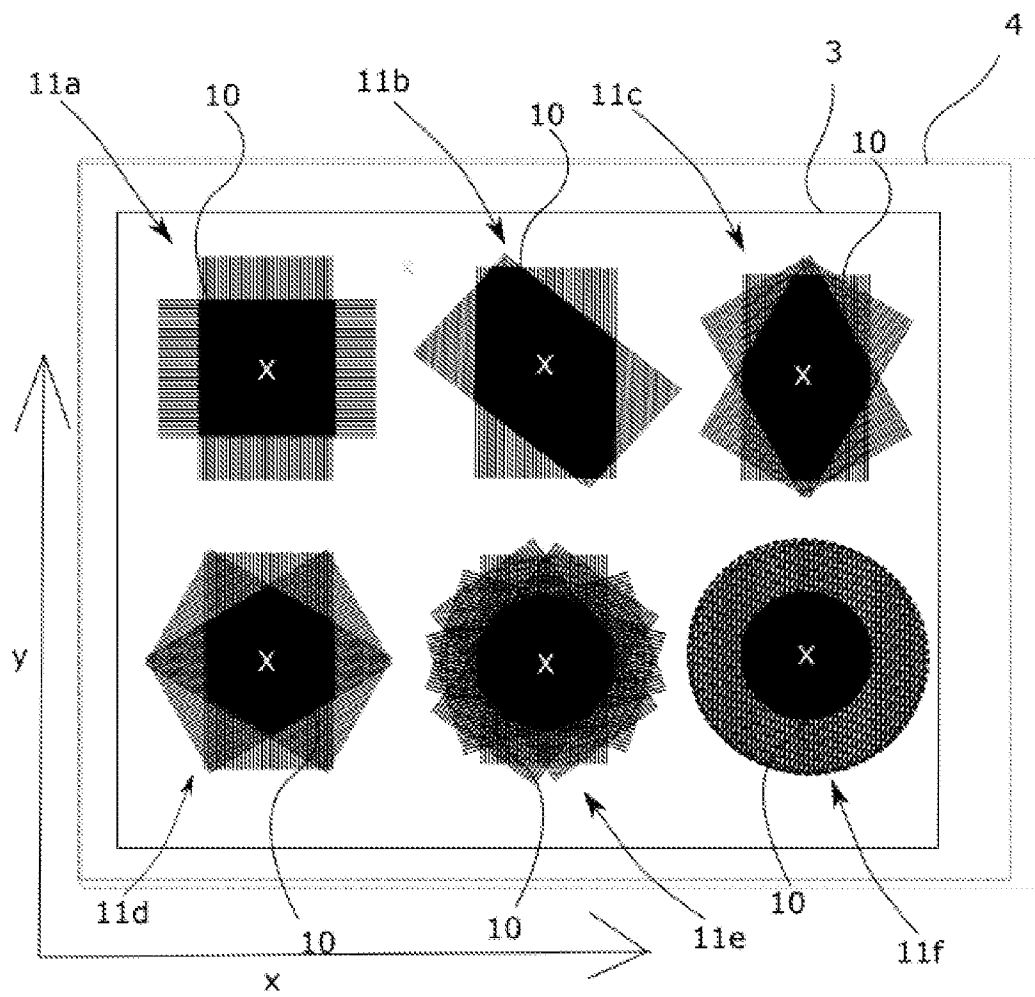
Obr. 1



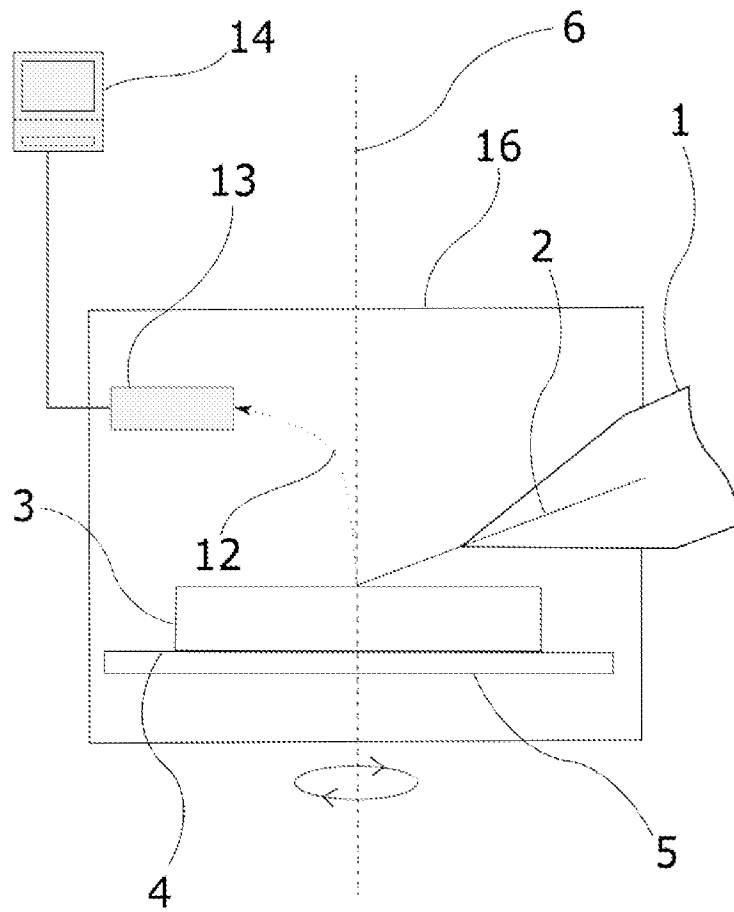
Obr. 2a



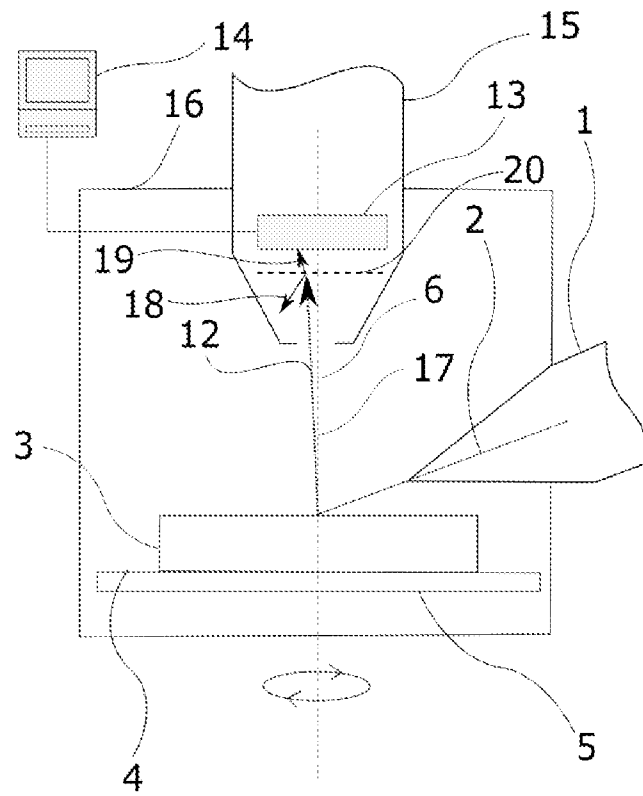




Obr. 5



Obr. 6



Obr. 7