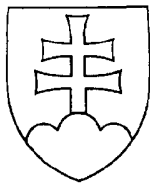


SLOVENSKÁ REPUBLIKA

(19) SK



ÚRAD
PRIEMYSELNÉHO
VLASTNÍCTVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

PATENTOVÝ SPIS

- (21) Číslo prihlášky: **1493-2003**
(22) Dátum podania prihlášky: **11. 6. 2002**
(24) Dátum nadobudnutia účinkov patentu: **5. 6. 2009**
Vestník ÚPV SR č.: **6/2009**
(31) Číslo prioritnej prihlášky: **101 28 630.9**
(32) Dátum podania prioritnej prihlášky: **13. 6. 2001**
(33) Krajina alebo regionálna organizácia priority: **DE**
(40) Dátum zverejnenia prihlášky: **8. 6. 2004**
Vestník ÚPV SR č.: **6/2004**
(47) Dátum sprístupnenia patentu verejnosti: **18. 5. 2009**
(62) Číslo pôvodnej prihlášky v prípade vylúčenej prihlášky:
(67) Číslo pôvodnej prihlášky úžitkového vzoru v prípade odbočenia:
(86) Číslo podania medzinárodnej prihlášky podľa PCT: **PCT/EP02/06407**
(87) Číslo zverejnenia medzinárodnej prihlášky podľa PCT: **WO02/100619**
(96) Číslo podania európskej patentovej prihlášky:

(11) Číslo dokumentu:

286829

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl. (2009):

B28D 5/00
G01N 23/20

(73) Majiteľ: **FREIBERGER COMPOUND MATERIALS GmbH, Freiberg, DE;**

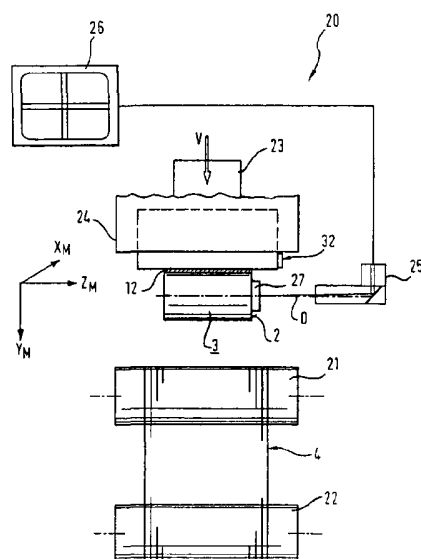
(72) Pôvodca: **Hammer Ralf, Freiberg, DE;**
Gruszynsky Ralf, Brand-Erbisdorf, DE;
Kleinwechter André, Freiberg, DE;
Flade Tilo, Freiberg, DE;

(74) Zástupca: **Hörmannová Zuzana, Ing., Bratislava, SK;**

(54) Názov: **Spôsob rezania monokryštálu a zariadenie na vykonávanie tohto spôsobu**

(57) Anotácia:

Opísané je zariadenie a spôsob určovania orientácie kryštalografickej roviny (100) proti povrchu (2) kryštálu, pri ktorom je orientovanie uskutočnené bez chýb spôsobených lepením kryštálu alebo nečistotami na držiakoch na kryštál. Pri tomto spôsobe sa meria uhol, ktorý zvierá povrch kryštálu, ktorý má byť meraný, so vzťažnou osou, a uhol, ktorý zvierá kryštalografická rovina so vzťažnou osou, a stanoví sa rozdiel. V zariadení na rezanie drôtom s X-Y polohovacou jednotkou sa ďalej vykoná požadovaná korekcia stanovená na základe merania orientácie a súčasne sa premiestni kryštál v horizontálnej a vertikálnej polohe, pričom zostáva ďalší stupeň voľnosti otáčania kryštálu v rovine rezu na vykonanie rezu, ktorý je kolmý na smer posuvu a smer drôtu oslobodený od síl, takže nedochádza k vychýleniu nástroja, resp. rezné sily sú minimálne a je zvýšená presnosť orientácie.



Oblasť techniky

Predkladaný vynález sa týka spôsobu rezania monokryštálu v rezacom stroji a zariadenia na vykonávanie tohto spôsobu.

5

Doterajší stav techniky

Na určité použitia sú potrebné polovodičové doštičky s tzv. chybnou orientáciou. Ako je možné vidieť na obr. 1, pri polovodičovej doštičke 1 s chybnou orientáciou nie je určitá kryštalografická rovina, napr. rovina (100) rovnobežná s povrchom 2 doštičky. Uhol θ chybnéj orientácie je v tomto prípade uhol, ktorý zvierá vektor [100], prechádzajúci kolmo na rovinu (100), s normálovým vektorom N_0 , prechádzajúcim kolmo na povrch 2 doštičky. V prípade, že je vyžadovaná takáto chybná orientácia, monokryštál, z ktorého sa doštičky odrezávajú, sa naklopí o vopred určený uhol θ okolo osi T, ktorá leží v rovine rezu, t. j. na povrchu kryštálu.

V známom spôsobe rezania vnútorných dier sa na vytvorenie takejto chybnéj orientácie zmeria orientácia kryštálu, ktorý je nalepený na držiak na obrobok, pomocou röntgenového goniometra, pričom sa zmeria poloha Braggovho odrazu vzhľadom na držiak na obrobok. Pomocou tohto držiaka sa uskutoční zachytenie na píle na rezanie vnútorných dier, ktorá má horizontálne a vertikálne nastaviteľný suport, na ktorom sa môže nameraná orientácia kryštálu upraviť alebo nastaviť na požadovanú hodnotu. Prvá odrezaná doštička sa znovu zmeria na röntgenovom goniometri, a ak je potrebné, uskutoční sa nová korekcia suportu. Nepresnosti v orientácii, ktoré vzniknú pri vkladaní držiaka na obrobok do zariadenia na rezanie vnútorných dier, tak môžu byť odstránené iba opakovaným meraním a následným upravovaním.

V známom spôsobe rezania drôtom nie je takéto upravovanie na základe opakovaného merania a nového orientovania možné, pretože všetky doštičky sa odrezávajú z monokryštálu súčasne. Ako je možné vidieť na obr. 2a, pri rezaní drôtom je monokryštál 3 zachytený v držiaku, ktorý na obr. 2a nie je znázornený a ktorým je možné prostredníctvom pohonu posuvnej jednotky pohybovať s rýchlosťou posuvu v k oblasti 4 drôtov drôtovej píly a zase späť do východiskovej polohy. Drôtová píla sa skladá z množstva rovnobežných drôtov 4a, 4b, 4c, ktoré sú napínané (na obr. 2a neznázornenými) valčekmi a ktoré sú pohyblivé v rovinách kolmých na pozdĺžnu stredovú os M monokryštálu 3 v smeroch naznačených na obr. 2a šípkami A a B. Zariadenie na rezanie drôtom ďalej obsahuje zariadenie 5 a 6 na nanášanie pasty obsahujúcej častice karbidu kremika na drôty 4a, 4b, 4c na každej strane monokryštálu 3. Pri rezaní drôtom s galvanicky viazanými reznými časťami je ďalej navrhnuté zariadenie na nanášanie chladiaceho maziva.

Sú známe drôtové píly s orientačnou jednotkou, ktorá na nastavenie požadovanej chybnéj orientácie, ako je zrejmé z obr. 2b, umožňuje iba polohovanie v rovine rovnobežnej s rovinou oblasti 4 drôtov. Na tento účel sa kryštál zmeria na röntgenovom goniometri mimo drôtovej píly a na podložku na obrobok sa nalepí tak, aby chybná orientácia, ktorá sa má nastaviť, ležala v horizontálnej rovine, teda aby uhol θ , ktorý je znázornený na obr. 1, ležal v rovine rovnobežnej s oblasťou 4 drôtov. Hodnoty namerané röntgenovým goniometrom sa pritom vzťahujú na dosadacu plochu podložky na obrobok, ktorá sa potom priloží ku vzťažnej ploche na drôtovej píle. Potom sa horizontálne nastaví požadovaná orientácia. Pri tomto spôsobe ale nie sú podchytené chyby spôsobené znečistením dosadacej, príp. vzťažnej plochy ani chyby lepenia, ku ktorým dochádza pri lepení monokryštálu na podložku na obrobok, lebo meranie orientácie sa uskutočňuje mimo stroja. Ďalej musí byť monokryštál otočený stále tak, aby chybná orientácia, ktorá sa má nastaviť, ležala v horizontálnej rovine rovnobežne s oblasťou 4 drôtov. V dôsledku toho sa smer obráťovania riadi podľa požadovanej chybnéj orientácie, a môže sa teda pri jednotlivých monokryštáloch líšiť.

Z dokumentu US 5 904 136 je známe uskutočňovanie požadovaného uhla sklopenia na nastavenie chybnéj orientácie v sklápacom zariadení mimo zariadenia na rezanie drôtom, pričom orientácia kryštálu sa určí pomocou röntgenového aparátu a následne sa kryštál v sklápacom zariadení sklopí v horizontálnom a vertikálnom smere vzhľadom na oblasť drôtov. Prípadné chyby pri vkladaní sklápacieho zariadenia spolu s kryštálom do zariadenia na rezanie drôtom tým však takisto nemôžu byť odstránené.

Spôsob rezania monokryštálu podľa úvodnej časti nároku 1 je známy z JP 10-193338.

Ďalšie zariadenie na určovanie orientácie kryštalografickej roviny vzhľadom na povrch kryštálu je známe z dokumentu US 5 768 335.

Zariadenie podľa úvodnej časti nároku 3 je známe z JP-A-60197361.

Podstata vynálezu

Cieľom vynálezu je poskytnúť spôsob rezania monokryštálu v rezacom stroji, pomocou ktorého by bolo možné uskutočňovať presné rezanie a zároveň zvýšiť produkciu doštičiek pri rezaní monokryštálu.

Tento cieľ je dosiahnutý spôsobom podľa nároku 1 a zariadením podľa nároku 3.

Ďalšie uskutočnenia vynálezu sú uvedené v závislých nárokoch.

Spôsob a zariadenie majú tú výhodu, že poskytujú vyššiu kvalitu doštičiek a umožňujú vyššiu rýchlosť posuvu pri rezaní. Vďaka vyššej kvalite vyrobených doštičiek môžu byť pri obrábaní výrazne obmedzené inak bežné dokončovacie kroky. Ďalej môže byť zvýšená presnosť orientácie.

5

Prehľad obrázkov na výkresoch

Vynález bude bližšie vysvetlený prostredníctvom konkrétnych príkladov uskutočnenia znázornených na výkresoch, na ktorých predstavuje:

- 10 obr. 1 schematické znázornenie doštičky,
- obr. 2a schematické znázornenie zariadenia na rezanie drôtom s monokryštálom, ktorý má byť rozrezaný,
- obr. 2b schematické znázornenie nastavenia chybnej orientácie v zariadení na rezanie drôtom podľa doterajšieho stavu techniky,
- 15 obr. 3 schematické znázornenie síl pôsobiach pri rezaní drôtom,
- obr. 4a až 4d dvojrozmerné grafické znázornenie skrútenia a ohnutia (warp and bow) doštičiek odrezaných drôtom v závislosti od smeru opracovania pri dvoch rôznych hodnotách posuvu,
- obr. 5a schematické znázornenie zariadenia na určovanie orientácie kryštalografickej roviny proti povrchu kryštálu podľa vynálezu,
- 20 obr. 5b pohľad na monokryštál vložený do držiaka pily v smere jednej z čelných plôch,
- obr. 6 schematické znázornenie orientačného zariadenia v zariadení na rezanie drôtom a
- obr. schematické znázornenie detailu z obr. 6.

25 Príklady uskutočnenia vynálezu

Pre lepšie pochopenie budú v nasledujúcom najprv opísané sily pôsobiace na doštičku pri rezaní drôtom na základe výkresov 1 až 4. Ako je vidieť na obr. 3, pri rezaní drôtom prenikajú drôty **4a**, **4b**, **4c** do monokryštálu **3**, aby odrezali plátky **1a**, **1b**, **1c** atď., ktoré tvoria doštičky. V priebehu rezania tvoria diamantové častice drôtov po dosiahnutí kritickej hĺbky preniknutia do monokryštálu **3** mikrotrhliny, ktoré v dôsledku vzájomného zosieťovania vedú k úbytku materiálu. Táto kritická hĺbka preniknutia závisí od orientácie daného kryštalografického smeru **K** ležiaceho na povrchu **2** doštičky, napríklad smeru **[010]**, proti smeru **V** posuvu, ako bude vysvetlené.

Ako je možné vidieť na obr. 1 a 2a, monokryštál **3** má orientačný znak vo forme rovinnej oblasti **7** vonkajšej plochy, tzv. plôšky (flat), ktorá bola vytvorená po vypestovaní monokryštálu **3** daným spôsobom tak, že uhol α , ktorý zvierá daný kryštalografický smer **K** s normálou N_F na rovinnú oblasť vonkajšej plochy na povrchu **2** doštičky, je známy. Keďže je uhol α známy, je tiež známy uhol ρ medzi daným kryštalografickým smerom **K** a smerom **V** posuvu monokryštálu v rovine kolmej na pozdĺžnu stredovú os **M** monokryštálu, a teda v rovine rezu. Je treba poznamenať, že namiesto plôšky môže byť vonkajšia strana monokryštálu vybavená taktiež zárezom, nazvaným vrub (notch). Rozhodujúca je iba existencia vonkajšieho znaku, ktorého umiestnenie vzhľadom na daný kryštalografický smer **K** je známe.

Ako vidieť na obr. 3, pri prenikaní drôtov **4a**, **4b**, **4c** atď. do monokryštálu sa sily F_x^- , príp. F_x^+ , ktoré pôsobia na každý z drôtov, líšia v závislosti od rozdielnych kritických zaťažení L_x^- , príp. L_x^+ na prednej a zadnej strane **S**, príp. **S'** doštičky **1a**, **1b**, **1c** atď., takže vznikajúca nerovnováha síl vedie ku vybočeniu drôtu, pokiaľ v opačnom smere pôsobiaca sila napnutého drôtu neobnoví rovnováhu síl. Kritické zaťaženia sú fyzikálne ekvivalentné kritickým hĺbkam preniknutia. Obr. 4a až 4d znázorňujú vždy skrútenie alebo ohnutie (warp alebo bow) doštičky v závislosti od nastavenia uhla daného kryštalografického smeru **K** vzhľadom na smer **V** posuvu. Z toho vyplýva, že malé skrútenie (warp), príp. malé hodnoty ohnutia (bow), ktoré sú žiaduce, je možné dosiahnuť buď znížením rýchlosti v posuvu, alebo - pre vysokú rýchlosť posuvu - nastavením uhla kryštalografického smeru **K** vzhľadom na smer posuvu. Napríklad pri rýchlosti posuvu 2 mm/min. sú minimálne hodnoty ohybu (bow) dosiahnuté približne pri 60°, 150°, 240° a 330°. Pri týchto hodnotách je výsledná sila, ktorá vzniká zo súčtu väzbových síl F_x^- , príp. F_x^+ , minimálna. Výhodné uhly, pri ktorých sa opísané väzbové sily kompenzujú a drôty prenikajú do monokryštálu bez priečného vychýľovania, sú závislé od materiálu monokryštálu, v prípade polovodičov taktiež od dotovania a od ďalších faktorov. Pre každý materiál monokryštálu musia byť určené empiricky.

Zariadenie na orientovanie monokryštálu v rezacom stroji, najmä v zariadení na rezanie drôtom, podľa vynálezu umožňuje využiť tento jav a zároveň umožňuje presné nastavenie požadovanej chybnej orientácie $\emptyset$.

Ako je možné vidieť na obr. 5a, zariadenie na orientovanie monokryštálu v rezacom stroji obsahuje zariadenie **10**, nachádzajúce sa mimo vlastného rezacieho stroja, na určovanie uhla medzi kryštalografickou rovi-

nou, napr. rovinou (100) a čelnou plochou 2' kryštálu. Zariadenie 10 obsahuje držiak 11 na monokryštál 3 s rovným povrchom 11a, ktorý je výhodne vytvorený ako vákuové skľučovadlo a na ktorom je v podstate valcový monokryštál udržiavaný na jeho čelnej ploche 2' pôsobením podtlaku. Azimutálna orientácia monokryštálu, t. j. uhlová poloha v budúcej rovine rezu, je určená orientáciou plôšky 7 alebo iného vonkajšieho znaku v zariadení 10. Monokryštál 3 je pritom buď pevne prilepený ku rezacej podložke 12, s ktorou môže byť ďalej vložený do zariadenia na rezanie drôtom, alebo sa lepenie uskutoční po meraní. Uhlová poloha plôšky 7, ktorou je vybavený monokryštál 3, vzhľadom na držiak 11 sa nastaví pomocou zarážky 13 tak, aby uhol ρ , ktorý zvierá daný kryštalografický smer K proti smeru posuvu v rezacom stroji, ako je vidieť na obr. 5b, mal empiricky vopred určenú hodnotu pre minimálne vychýlenie drôtu a teda maximálnu možnú rýchlosť posuvu, ako bolo opísané. Držiak 11 je pohyblivý vo vertikálnom smere. Okrem toho je držiak 11 pomocou neznázorneného rotačného mechanizmu otočný okolo svojej stredovej osi, ktorá prebieha rovnobežne s pozdĺžnou stredovou osou monokryštálu. Naproti alebo nad voľným povrchom 2 monokryštálu, ktorý bude ďalej tvoriť povrch prvej odrezanej dosičky, je uložený autokolimačný ďalekohľad 14, ktorý je umiestnený tak, aby jeho optická os O bola zhodná s normálou na povrch 11a držiaka 11. Ďalej zariadenie obsahuje röntgenový goniometer, ktorý sa skladá z röntgenovej trubice 15 a pridruženého detektora 16 a ktorý je pohyblivý v určitom vopred vymedzenom uhlovom rozsahu, napríklad približne o 20° okolo východiskového bodu na povrchu 2 monokryštálu. Ďalej obsahuje planparalelné optické zrkadlo 17.

Zrkadlo 17 môže byť pripevnené ku čelnej ploche 2' monokryštálu prostredníctvom neznázorneného vákuového mechanizmu. Zrkadlo 17 môže byť ďalej ku čelnej ploche 2' monokryštálu 3 pripevnené tak, že leží na optickej osi autokolimačného ďalekohľadu. Rozsah merania autokolimačného ďalekohľadu je približne $\pm 1^\circ$. Pre prípad, že uhol, ktorý zvierá čelná plocha 2' kryštálu s rovným povrchom 11a, prekročí tento rozsah merania, je zariadenie vybavené neznázornenou optickou klinovou doskou s daným uhlom klina, ktorá spôsobuje stanovené vychýlenie lúča napr. o 2° , aby sa povrch, ktorý má byť zmeraný, dostal do rozsahu merania.

Ovládanie zariadenia 10 je vytvorené tak, že sa automaticky uskutoční najprv meranie uhla orientácie zrkadla autokolimačným ďalekohľadom a potom meranie požadovanej kryštalografickej roviny, napríklad mriežkovej roviny (100), röntgenovým goniometrom. Ovládanie je ďalej vytvorené tak, že v druhom kroku sú tieto merania uskutočnené ešte raz, pričom monokryštál je v tomto prípade otočený o 90° okolo pozdĺžnej stredovej osi M .

Ako je vidieť na obr. 6 a 7, zariadenie na rezanie monokryštálu, ktoré je v tomto prípade uskutočnenia vytvorené ako zariadenie 20 na rezanie drôtom, obsahuje valčeky 21 drôtov, cez ktoré je v horizontálnom smere vedená oblasť 4 drôtov a vodiace valčeky 22, ktoré sa nachádzajú pod ňou, na spätné vedenie oblasti drôtov pod vlastnú rovinu drôtov, v ktorej sa uskutočňuje rezanie. Nad oblasťou 4 drôtov je uložená posuvná jednotka 23, pomocou ktorej je monokryštál, prostredníctvom rezacej podložky 12, ktorá je upevnená na X-Y polohovacej jednotke 24, pohyblivý vo vertikálnom smere vzhľadom na oblasť drôtov s určitou rýchlosťou v posuvu. X-Y polohovacia jednotka 24 je vytvorená tak, že môže premiestniť monokryštál 3, vzťahnuté na súradnicový systém X_M, Y_M, Z_M na strane stroja, v smere rovnobežnom s oblasťou 4 drôtov, ktorý predstavuje smer X_M a v smere kolmom na oblasť 4 drôtov, ktorý predstavuje smer Y_M . Rozsah otočenia je v smere X_M približne $\pm 5^\circ$ a v smere Y_M približne $\pm 2^\circ$. Ďalej zariadenie obsahuje autokolimačný ďalekohľad 25, ktorý je identický s autokolimačným ďalekohľadom 14 zariadenia 10 a ktorého optická os O leží v rovine rovnobežnej s oblasťou 4 drôtov. Autokolimačný ďalekohľad 25 je ďalej uložený tak, že keď je osadený monokryštál, jeho optická os leží približne vo výške stredovej osi monokryštálu. Na vyhodnocovanie merania uhlov autokolimačným ďalekohľadom je zariadenie vybavené vyhodnocovacou jednotkou 26.

Zariadenie 20 ďalej obsahuje zrkadlo 27, ktoré je identické so zrkadlom 17 zariadenia 10 a ktoré je prostredníctvom neznázorneného vákuového mechanizmu pripevnené ku čelnej ploche 2' monokryštálu 3, ktorá leží smerom ku autokolimačnému ďalekohľadu 25. Ďalej obsahuje optickú klinovú dosku 28 v otočnej obľímke 29, ktorá umožňuje uskutočniť stanovené odklonenie lúča, napr. o 2° . Zrkadlo 27 a klinová doska 28 sú pripevnené ku držiaku 30, ktorý obsahuje vákuový mechanizmus. Ďalej obsahuje zarážku 31, ktorá stanovuje vymedzenú vzdialenosť zrkadla 27 s klinovou doskou 28 od X-Y polohovacieho zariadenia 24.

Na nastavenie celého zariadenia ďalej obsahuje referenčnú plochu 32, ktorá je pripevnená ku posuvnej jednotke 23 naproti autokolimačnému ďalekohľadu 25. Referenčná plocha má vysokú rovinnosť a mechanickú stabilitu a ľahko čistiteľný povrch, aby bolo možné pred meraním ľahko odstrániť nečistoty. Referenčnú plochu je možné v horizontálnej rovine vyrovnať rovnobežne s oblasťou 4 drôtov pomocou neznázornenej kamery, ktorá môže byť nainštalovaná priamo na referenčnej ploche.

Prevádzka zariadenia 10 a 20 je podľa vynálezu nasledujúca: Najprv sa, ako je znázornené na obr. 5b, prilepí monokryštál 3 s plôškou 7 na rezaciu podložku 12 v určitej uhlovej orientácii k tejto rezacej podložke pomocou neznázornenej zarážky. Uhol sa pritom zvolí tak, že plôška 7 je v azimutálnom smere orientovaná takým spôsobom, aby daný kryštalografický smer K ležal proti smeru V posuvu vo vopred určenom uhle ρ , pri ktorom sa väzbové sily pôsobiace na drôt vzájomne takmer rušia, aby tak bolo možné nastaviť pokiaľ možno čo najväčšiu rýchlosť posuvu. Potom, ako je znázornené na obr. 5a, sa monokryštál 3 spolu s rezacou

podložkou 12 vsadí do držiaka 11 zariadenia na určovanie orientácie kryštalografickej roviny proti čelnej ploche 2' monokryštálu pomocou znázorneného vákuového mechanizmu. Vákuový mechanizmus umožňuje, že monokryštál 3 môže priamo priliehať k povrchu 11a držiaka 11. Potom sa držiak 11 presunie do určitej výškovej polohy tak, aby sa čelná plocha 2' monokryštálu nachádzala v ohniskovej rovine röntgenového goniometra. Potom sa prostredníctvom vákuového mechanizmu na čelnú plochu 2' nasadí a upevní zrkadlo 17. Potom sa pomocou autokolimačného ďalekohľadu 14 uskutoční meranie uhla povrchu zrkadla, pričom sa určí odchýlka odrazeného nitkového kríža od nitkového kríža premietaného na povrch zrkadla. Pretože je povrch zrkadla 17 orientovaný rovnobežne s čelnou plochou 2' monokryštálu 3 a optická os O autokolimačného ďalekohľadu 14 je kolmá na povrch 11a držiaka 11, ktorý tvorí vzťažnú plochu, je možné týmto meraním určiť uhlové nastavenie povrchu zrkadla, príp. čelnej plochy 2' monokryštálu proti povrchu 11a držiaka 11.

V alternatívnom prípade sa môže monokryštál merať bez rezacej podložky, pričom orientácia plôšky v röntgenovom mechanizme môže byť určená napr. pomocou zarážky.

Požadovaná kryštalografická rovina, napr. rovina (100), všeobecne nie je rovnobežná s čelnou plochou 2' monokryštálu 3. Na určenie smeru kryštalografickej roviny sa zmeria Braggov odraz pomocou röntgenového goniometra, ktorý sa na tento účel pohybuje v určitom vymedzenom uhlovom rozsahu. Röntgenová trubica 15 a detektor 16 (ktoré dve súčasti vytvárajú spomínaný röntgenový goniometer) sa na tento účel známym spôsobom nachádzajú v pevnej uhlovej vzdialenosti proti sebe a pohybujú sa na kruhovom oblúku v rámci vopred daného uhlového rozsahu. Braggov odraz udáva uhol, ktorý zvierá kryštalografická rovina s povrchom 11a držiaka 11. Röntgeno-goniometrické meranie sa potom zopakuje, pričom monokryštál je otočený o 90°. Optickým a röntgeno-goniometrickým meraním sa získajú dva vektory, röntgenovej miery (X_{100} , V_{100}) a optickej miery (X_{OF} , V_{OF}) vzhľadom na nulové body orientačnej sústavy. Rozdiel oboch vektorov udáva orientáciu kryštalografickej roviny (100) proti čelnej ploche 2' kryštálu nezávisle od všetkých vonkajších vzťažných systémov, akými sú napr. nástrojové lišty, pritlačné diely, upevňovacie skľučovadlá atď. Po tomto meraní je orientácia kryštalografickej roviny (100) proti čelnej ploche 2' monokryštálu známa. Z toho potom vyplývajú korekčné hodnoty pre polohovanie X-Y v drôtovej pile na nastavenie požadovanej chybnej orientácie.

Následne sa zmeria poloha čelnej plochy 2' na kryštáli na drôtovej pile 20 pomocou identického autokolimačného ďalekohľadu 25 a identického planoparalelného zrkadla 27. Nastavenie nulového bodu X-Y polohovacej jednotky 24 v súradnicovom systéme X_M , Y_M na strane stroja sa v tomto prípade uskutočňuje pomocou referenčnej plochy 32. V smere Y_M , teda v smere posuvu, sa nastavenie uskutočňuje iba raz v továrni, napríklad číselníkovým odchýlkomerom. Určenie nulového bodu v smere X_M , teda v rovine drôtov, sa uskutočňuje pri každej výmene valčekov rezacieho drôtu. Na tento účel je referenčná plocha 32 v oblasti drôtov horizontálne vyrovnaná s kamerou pripevnenou na referenčnú plochu, ktorá určuje polohu v smere X vzhľadom na referenčný drôt oblasti drôtov.

Na nastavenie autokolimačného ďalekohľadu 25 sa presunie posuvná jednotka 23 do referenčnej polohy, t. j. referenčná plocha 32 sa nachádza na optickej osi autokolimačného ďalekohľadu 25 a na referenčnú plochu sa umiestni zrkadlo 27 a taktiež sa zmeria poloha autokolimačného ďalekohľadu. Potom sa uskutoční elektronické referencovanie podľa referenčnej plochy 32, pričom na referenčnú plochu 32 sa pomocou vákuového upevňovacieho zariadenia prisaje zrkadlo 27. Potom sa zrkadlo 27 odstráni a posuvná jednotka sa posunie do nakladacej, príp. orientačnej polohy a pripevní sa monokryštál 3 s rezacou podložkou 12. Potom sa na čelnú plochu 2' kryštálu pripevní zrkadlo 27 a autokolimačným ďalekohľadom 25 sa zmeria uhlové nastavenie čelnej plochy 2'. Potom sa zadajú korekčné hodnoty získané z merania v zariadení 10 a uskutoční sa horizontálne a vertikálne polohovanie monokryštálu tak, aby kryštalografická rovina mala vopred určený uhol vzhľadom na oblasť drôtov. Potom sa odstráni zrkadlo a uskutoční sa rezanie.

Pri opísanom spôsobe zostáva azimutálne uhlové nastavenie daného kryštalografického smeru K zachované a môže sa pracovať s vyššími rýchlosťami posuvu než v doterajšom stave techniky. Napríklad na rezanie šesťpalcového monokryštálu GaAs sú rýchlosti posuvu približne štvornásobné v porovnaní s obvyklým orientovaním, pri ktorom nie je možné vhodne nastaviť azimutálnu uhlovú polohu.

V inom variante sa požadovaná chybná orientácia zohľadní vybavením klinovou doskou. V ďalšom variante rezacieho zariadenia podľa vynálezu je monokryštál v rezacom zariadení otočný okolo svojej osi N_0 , znázornenej na obr. 1., ktorá prechádza kolmo na povrch doštičky, aby bolo možné nastaviť optimálny uhol, pri ktorom sú rezné sily minimálne. Alternatívne je taktiež možné nastaviť optimálny uhol na minimalizáciu rezných síl sklopením oblasti drôtov. Výhodne sa potom uvažuje s meracím zariadením na meranie odchýlenia rezacieho zariadenia pri rezaní.

Namiesto odchýlky v meracom zariadení 10 môže byť na určenie orientácie plôšky použitý taktiež bezdotykový systém na meranie vzdialenosti.

Všetky chyby spôsobené lepením alebo znečistením zarážok, vzťažných plôch atď. odpadajú, pretože meranie sa môže uskutočňovať priamo na zariadení 20 na rezanie drôtom. Opísané zariadenie a spôsob umožňujú vysoko presné priame meranie na drôtovej pile bez bezpečnostných rizík. Okrem toho je meranie uhlov autokolimačným spôsobom nezávislé od vzdialenosti merania, takže je možné umiestniť autokolimačný ďa-

lekohľad 25 mimo priestoru rezania. Pri rezaní potom môže byť uzavretý príslušný ochranný kryt. X-Y polohovacia jednotka umožňuje vertikálne a horizontálne nastavenie zložiek chybnej orientácie, takže smer opracovania kryštálu je vždy voľne voliteľný a môže byť použitý ako regulovaná veličina na odchýlenie drôtu.

Vynález nie je obmedzený na zariadenie na rezanie drôtom, ale môže byť napríklad využitý taktiež v zariadení na rezanie vnútorných dier.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Spôsob rezania monokryštálu v rezacom stroji, pri ktorom sa z monokryštálu odrezávajú doštičky, pričom sa monokryštál pohybuje v smere (V) posuvu vzhľadom na rezací mechanizmus, s týmito krokmi: meranie orientácie vonkajšieho povrchu (2) monokryštálu v rezacom stroji, umiestnenie monokryštálu na základe orientácie vonkajšieho povrchu takým, a uskutočnenie rezania, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že pred krokom merania orientácie vonkajšieho povrchu (2) monokryštálu sa uskutočňuje krok určenia uhla medzi kryštalografickou rovinou a vonkajším povrchom (2) monokryštálu mimo rezací stroj, a krok umiestnenia monokryštálu sa uskutočňuje takým spôsobom, že daná kryštalografická rovina zvierá so smerom posuvu vopred určený uhol, pričom určenie uhla medzi kryštalografickou rovinou a vonkajším povrchom (2) monokryštálu má tieto kroky: meranie uhla, ktorý zvierá povrch (2) kryštálu so vzťažnou osou, autokolimačným spôsobom, meranie uhla kryštalografickej roviny proti vzťažnej osi pomocou röntgenovej goniometrie, a stanovenie rozdielu nameraných uhlov.

2. Spôsob podľa nároku 1, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že a) sa pre materiál monokryštálu empiricky určí uhlová poloha kryštalografického smeru (K) v rovine rezu, pri ktorom sú minimalizované sily, ktoré pôsobia na drôty rezacieho mechanizmu kolmo naň v pozdĺžnom smere monokryštálu, b) sa určená uhlová poloha kryštalografickej roviny monokryštálu v rovine rezu nastaví oproti drôtom rezacieho mechanizmu.

3. Zariadenie na vykonávanie spôsobu podľa nároku 1 alebo 2 obsahujúce: rezací mechanizmus (4) na odrezávanie doštičiek v podstate z valcového monokryštálu (3) s pozdĺžnou stredovou osou (M), orientačný mechanizmus (24) usporiadaný v zariadení na orientovanie monokryštálu vzhľadom na rezací mechanizmus, a posuvný mechanizmus (23) na premiestňovanie monokryštálu (3) v smere (V) posuvu v podstate kolmo na jeho pozdĺžnu stredovú os vzhľadom na rezací mechanizmus, pričom orientačný mechanizmus (24) je vytvorený tak, že monokryštál (3) je otočný okolo osi definovanej smerom posuvu a osi, ktorá je kolmá na rovinu, ktorá je definovaná pozdĺžnou stredovou osou (M) a smerom (V) posuvu, a pričom rezací mechanizmus je vyhotovený ako drôtová píla s množstvom rovnobežných drôtov (4) na rezanie, ktoré tvoria rovinu drôtov, a orientačný mechanizmus (24) je vyhotovený ako X-Y polohovacia jednotka, pomocou ktorej je monokryštál premiestniteľný v rovine rovnobežnej s rovinou drôtov a v rovine kolmej na rovinu drôtov, **v y z n a č u j ú c e s a t ý m**, že je usporiadaná optická klinová doska (28), ktorá spôsobuje stanovené vychýlenie lúča, so stanoveným uhlom klina na povrchu monokryštálu, ktorý má byť meraný, na nastavenie vopred určenej uhlovej odchýlky orientácie monokryštálu v smeroch X a Y.

4. Zariadenie podľa nároku 3, **v y z n a č u j ú c e s a t ý m**, že je usporiadané zariadenie na meranie uhlov na meranie orientácie čelnej plochy (2') monokryštálu (3) vzhľadom na rovinu drôtov.

5. Zariadenie podľa nároku 3 alebo 4, **v y z n a č u j ú c e s a t ý m**, že zariadenie na meranie uhlov obsahuje zrkadlo (27), ktoré je pripevniteľné k čelnej ploche (2') monokryštálu (3) a autokolimačný d'alekohľad (25), ktorého optická os (O) je kolmá na rovinu rezu.

6. Zariadenie podľa nároku 5, **v y z n a č u j ú c e s a t ý m**, že zrkadlo (27) je k čelnej ploche (2') monokryštálu pripevniteľné prostredníctvom vákuového mechanizmu.

7. Zariadenie podľa niektorého z nárokov 3 až 6, **v y z n a č u j ú c e s a t ý m**, že je usporiadané referenčné zariadenie (32, 25) pre X-Y polohovaciu jednotku.

8. Zariadenie podľa niektorého z nárokov 3 až 7, **v y z n a č u j ú c e s a t ý m**, že optická klinová doska (28) je otočná v rovine rezu okolo pozdĺžnej stredovej osi monokryštálu takým spôsobom, že je nastavitelná určitá azimutálna orientácia uhla klina.

9. Zariadenie podľa niektorého z nárokov 3 až 8, **v y z n a č u j ú c e s a t ý m**, že je usporiadaný držiak (12) na monokryštál, pomocou ktorého je monokryštál umiestnený v rezacom zariadení tak, že vopred určený vonkajší znak monokryštálu je orientovaný otočený okolo pozdĺžnej stredovej osi (M) do vopred určenej polohy.

10. Zariadenie podľa niektorého z nárokov 3 až 8, **v y z n a č u j ú c e s a t ý m**, že je usporiadaný otočný mechanizmus na otáčanie monokryštálu okolo pozdĺžnej stredovej osi a že je výhodné k dispozícii zariadenie na meranie vychýlenia rezacieho mechanizmu pri rezaní, ktoré je spojené s otočným mechanizmom.

11. Zariadenie podľa niektorého z nárokov 3 až 10, **v y z n a č u j ú c e s a t ý m**, ďalej zariadením na určovanie orientácie kryštalografickej roviny proti povrchu kryštálu, ktoré obsahuje: držiak (11) na monokryštál (3), pomocou ktorého je monokryštál (3) držaný tak, že jeho povrch (2), ktorý má byť meraný, je voľne vystavený, zariadenie (14, 17) na meranie uhlov na meranie uhla, ktorý zvierá meraný povrch (2), proti

vzťažnej osi držiaka, a röntgenografický merací mechanizmus (15, 16) na určenie uhla kryštalografickej roviny proti vzťažnej osi.

12. Zariadenie podľa nároku 11, **v y z n a č u j ú c e s a t ý m**, že monokryštál (3) je vytvorený v podstate valcový a že meraným povrchom (2) je čelná plocha 2' valca, držiak (11) má rovnú plochu (11a), na ktorú je pripevnený monokryštál (3) čelnou plochou, ktorá je protiahlá meranému povrchu, a vzťažnou osou je normála na rovnú plochu (11a).

13. Zariadenie podľa nároku 11 alebo 12, **v y z n a č u j ú c e s a t ý m**, že zariadenie (14, 17) na meranie uhlov obsahuje zrkadlo (17) usporiadané na meranom povrchu (2) a autokolimačný ďalekohľad (14), ktorého optická os (O) je zhodná so vzťažnou osou.

14. Zariadenie podľa niektorého z nárokov 11 až 13, **v y z n a č u j ú c e s a t ý m**, že röntgenografický merací mechanizmus je vytvorený ako röntgenový goniometer, ktorý obsahuje röntgenovú trubicu (15) a detektor (16), ktoré sú spolu pohyblivé v uhlovom rozsahu okolo vzťažnej osi na meranie Braggových odrazov pre kryštalografickú rovinu.

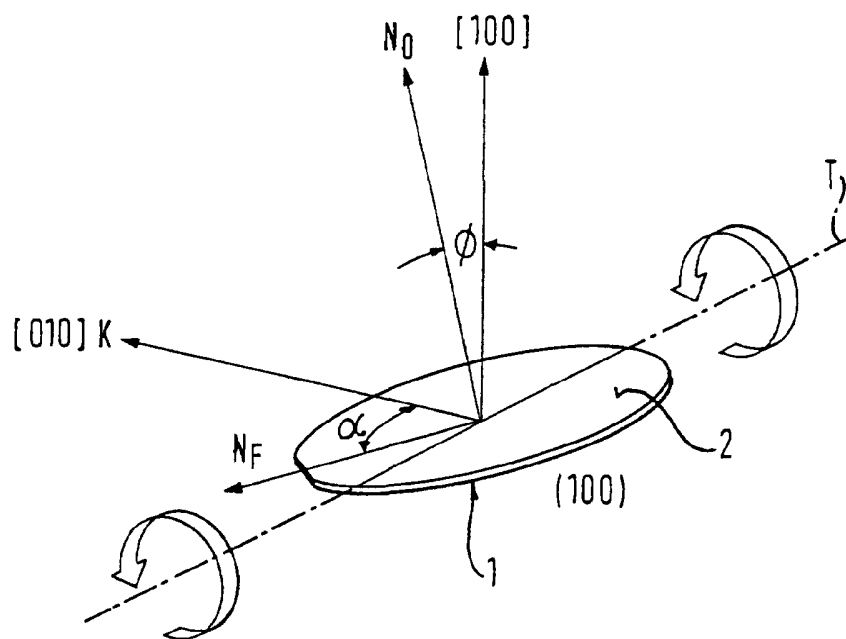
15. Zariadenie podľa niektorého z nárokov 11 až 14, **v y z n a č u j ú c e s a t ý m**, že držiak (11) je pohyblivý v smere vzťažnej osi.

16. Zariadenie podľa niektorého z nárokov 11 až 15, **v y z n a č u j ú c e s a t ý m**, že držiak (11) obsahuje vákuové nasávacie zariadenie na upevnenie monokryštálu (3) prostredníctvom podtlaku.

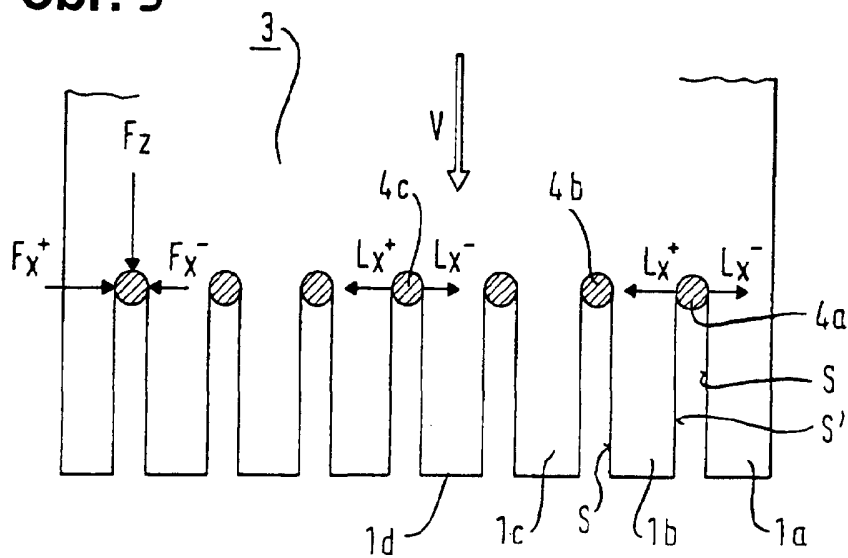
17. Zariadenie podľa niektorého z nárokov 11 až 16, **v y z n a č u j ú c e s a t ý m**, že monokryštál v držiaku má zarážku (13) na upevnenie monokryštálu (3) vo vopred určenej uhlovej orientácii v rovine kolmej na vzťažnú os, pričom je výhodne usporiadaná zarážka (13).

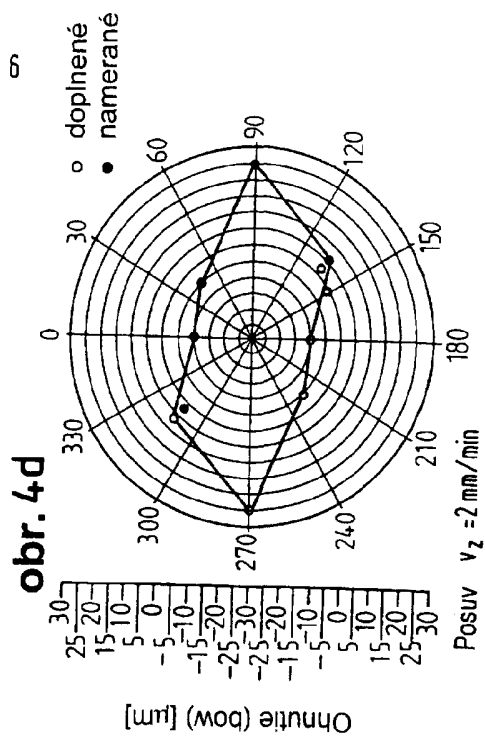
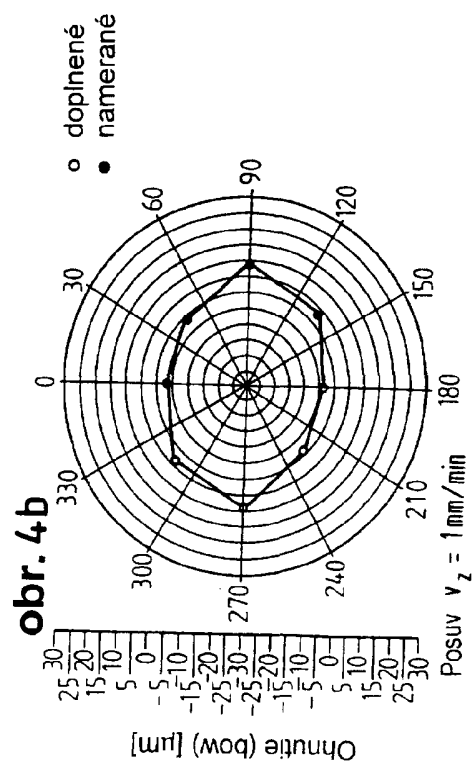
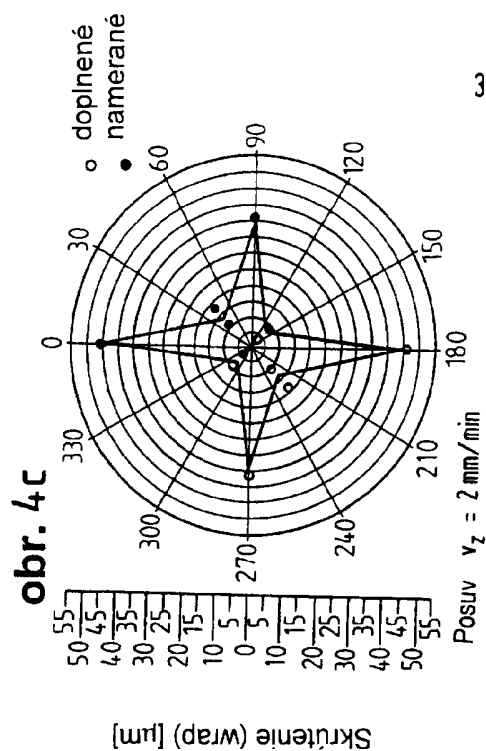
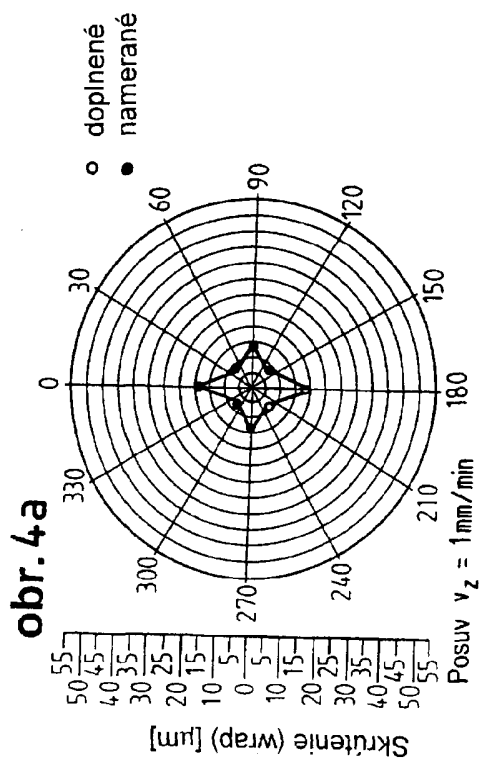
6 výkresov

obr. 1



obr. 3

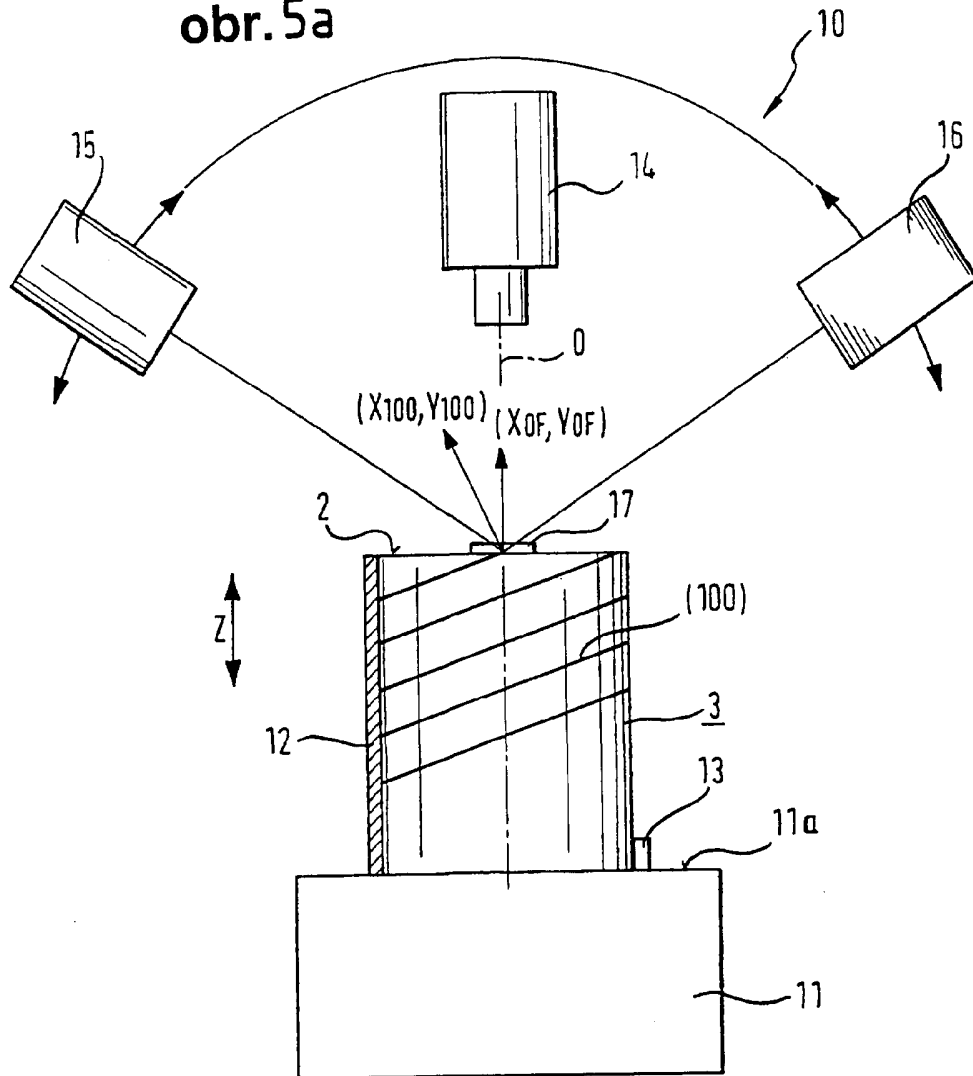




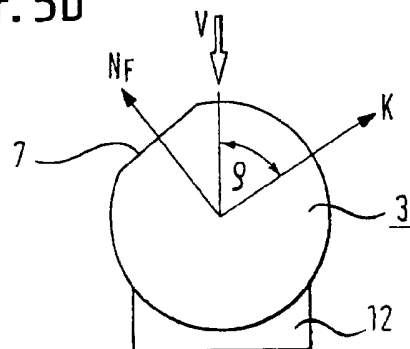
3 / 6

4 / 6

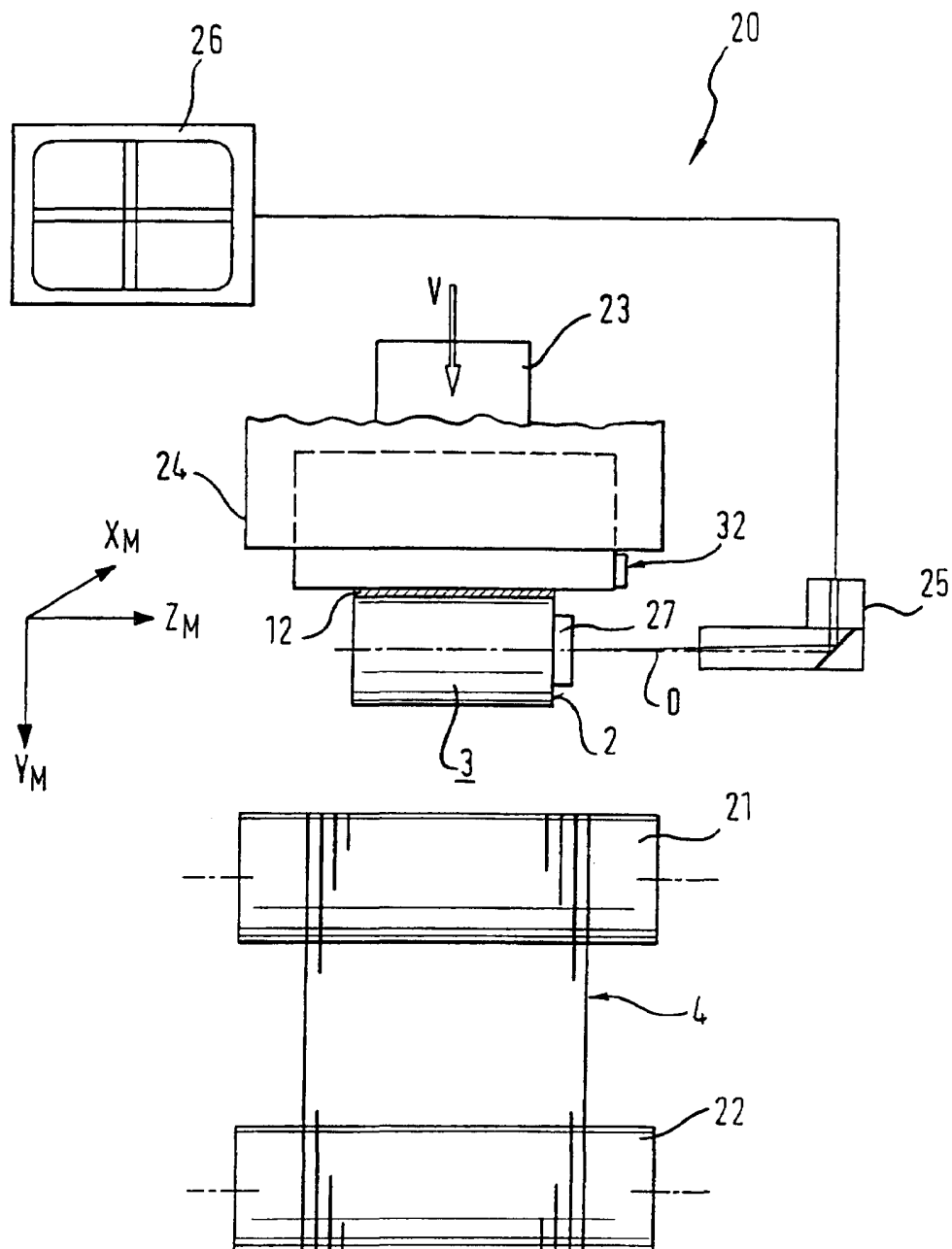
obr. 5a



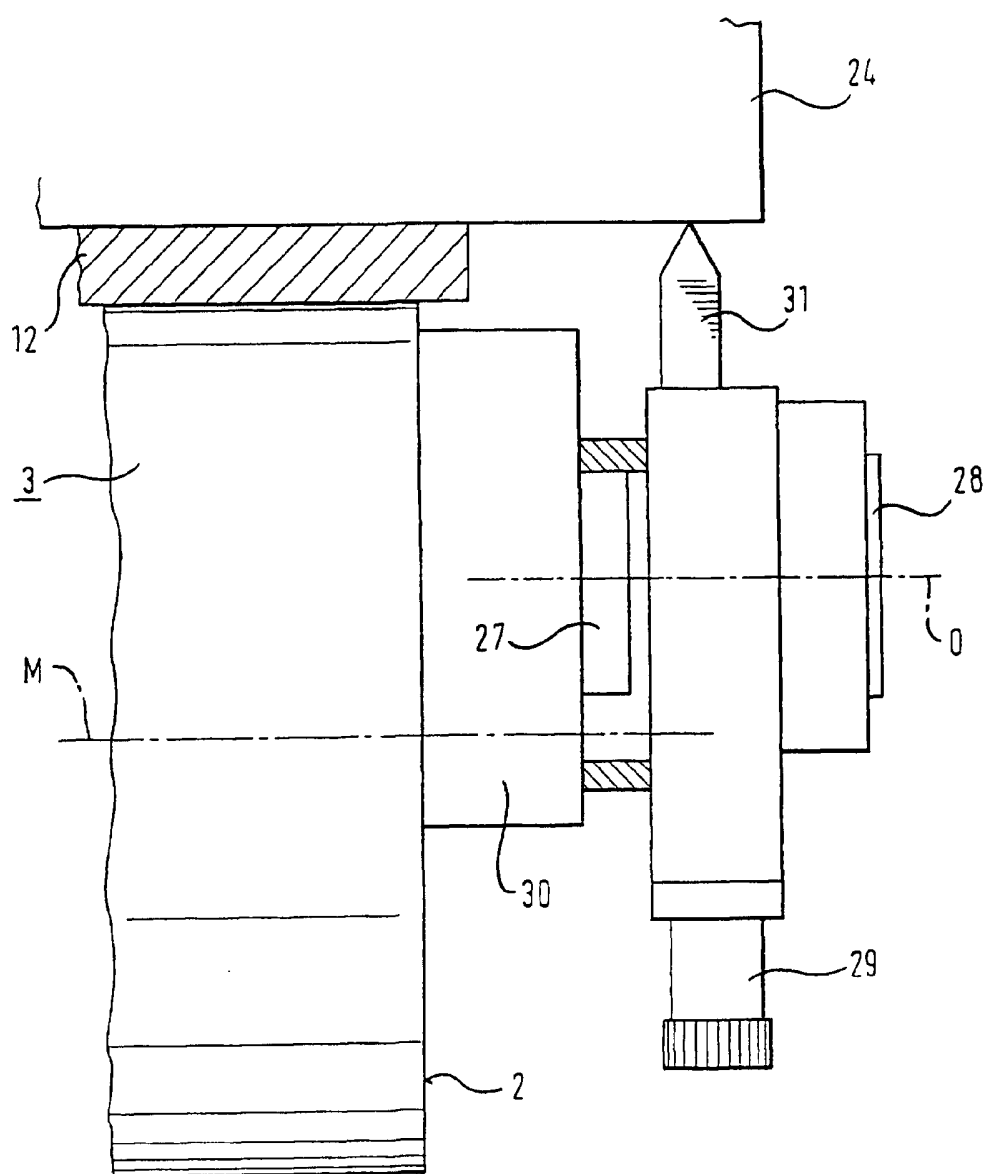
obr. 5b



obr. 6



obr. 7



Koniec dokumentu