PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(19) ČESKÁ REPUBLIKA

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **11.06.2002**
(32) Datum podání prioritní přihlášky: **13.06.2001**
(31) Číslo prioritní přihlášky: **2001/10128630**
(33) Země priority: **DE**
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu:
(Věstník č: 5/2004)
(86) PCT číslo: **PCT/EP2002/006407**
(87) PCT číslo zveřejnění: **WO 2002/100619**

(21) Číslo dokumentu:
2003-3395
(13) Druh dokumentu: **A3**
(51) Int. Cl.[7] :
B 28 D 5/00
G 01 N 23/20

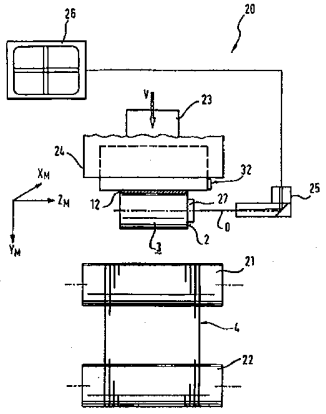
(71) Přihlašovatel:
FREIBERGER COMPOUND MATERIALS GMBH, Freiberg, DE

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

(74) Zástupce:
Všetečka Miloš JUDr., Hálkova 2, Praha 2, 12000

(54) Název přihlášky vynálezu:

Zařízení a způsob určování orientace krystalografické roviny vůči povrchu krystalu a zařízení a způsob řezání monokrystalu v řezacím stroji



(57) Anotace:

V zařízení a při způsobu určování orientace krystalografické roviny (100) vůči povrchu (2) krystalu je orientování prováděno bez chyb způsobených lepením krystalu nebo nečistotami na držácích pro krystal. Zařízení pro řezání monokrystalů obsahuje řezací ústrojí (4) pro odřezávání destiček z v podstatě válcového monokrystalu (3) s podélnou středovou osou (M), orientační ústrojí (24) uspořádané v zařízení pro orientování monokrystalu vzhledem k řezacímu ústrojí, posuvné ústrojí (23) pro přemisťování krystalu (3) ve směru (V) posuvu v podstatě kolmo na jeho podélnou středovou osu vzhledem k řezacímu ústrojí, přičemž orientační ústrojí (24) je vytvořeno tak, že monokrystal (3) je otočný kolem osy definované směrem posuvu a osy, která je kolmá na rovinu, jež je definována podélnou středovou osou (M) a směrem (V) posuvu. Způsob obsahuje kroky určení úhlu mezi krystalografickou rovinou a vnějším povrchem (2) monokrystalu, měření orientace vnějšího povrchu (2) monokrystalu v řezacím stroji, umístění monokrystalu na základě orientace vnějšího povrchu takovým způsobem, že daná krystalografická rovina svírá se směrem posuvu předem určený úhel, a provedení řezání.

CZ 2003 - 3395 A3

17.02.04

PV 2003 - 3395

Zařízení a způsob určování orientace krystalografické roviny vůči povrchu krystalu a zařízení a způsob řezání monokrystalu v řezacím stroji

Oblast techniky

Předkládaný vynález se týká zařízení a způsobu určování orientace krystalografické roviny vůči povrchu krystalu a zařízení a způsobu řezání monokrystalu v řezacím stroji.

Dosavadní stav techniky

Pro určitá použití jsou potřeba polovodičové destičky s tzv. chybnou orientací. Jak lze seznat z obr. 1, u polovodičové destičky 1 s chybnou orientací není určitá krystalografická rovina, např. rovina (100) rovnoběžná s povrchem 2 destičky. Úhel Φ chybné orientace je v tomto případě úhel, který svírá vektor [100], procházející kolmo na rovinu (100), s normálovým vektorem N_0, procházejícím kolmo na povrch 2 destičky. V případě, že je vyžadována takováto chybná orientace, monokrystal, ze kterého se destičky odřezávají, se naklopí o předem určený úhel Φ kolem osy T, která leží v rovině řezu, tj. na povrchu krystalu.

Ve známém způsobu řezání vnitřních děr se pro vytvoření takovéto chybné orientace změří orientace krystalu, který je nalepen na držák pro obrobek, pomocí rentgenového

goniometru, přičemž se změří poloha Braggova odrazu vzhledem k držáku pro obrobek. Pomocí tohoto držáku se provede zachycení na pile pro řezání vnitřních děr, která má horizontálně a vertikálně nastavitelný suport, na kterém se může naměřená orientace krystalu upravit nebo nastavit na požadovanou hodnotu. První odříznutá destička se znovu změří na rentgenovém goniometru a, je-li to třeba, provede se nová korekce suportu. Nepřesnosti v orientaci, které vzniknou při vkládání držáku pro obrobek do zařízení pro řezání vnitřních děr, tak mohou být odstraněny pouze opakovaným měřením a následným upravováním.

Ve známém způsobu řezání drátem není takovéto upravování na základě opakovaného měření a nového orientování možné, protože všechny destičky se odřezávají z monokrystalu současně. Jak lze seznat z obr. 2a, při řezání drátem je monokrystal 3 zachycen v držáku, který na obr. 2a není znázorněn a kterým lze prostřednictvím pohonu posuvné jednotky pohybovat s rychlostí posuvu v k oblasti 4 drátů drátové pily a zase zpět do výchozí polohy. Drátová pila se skládá z množství rovnoběžných drátů 4a, 4b, 4c, které jsou napínány (na obr. 2a neznázorněnými) válečky a které jsou pohyblivé v rovinách kolmých na podélnou středovou osu M monokrystalu 3 ve směrech naznačených na obr. 2a šipkami A a B. Zařízení pro řezání drátem dále obsahuje zařízení 5 a 6 pro nanášení pasty obsahující částice karbidu křemíku na dráty 4a, 4b, 4c na každé straně monokrystalu 3. Při řezání drátem s galvanicky vázanými řeznými částicemi je dále uspořádáno zařízení pro nanášení chladícího maziva.

Jsou známy drátové pily s orientační jednotkou, která k nastavení požadované chybné orientace, jak je zřejmé

z obr. 2b, umožňuje pouze polohování v rovině rovnoběžné s rovinou oblasti 4 drátů. K tomuto účelu se krystal změří na rentgenovém goniometru mimo drátovou pilu a na podložku pro obrobek se nalepí tak, aby chybná orientace, která se má nastavit, ležela v horizontální rovině, tedy aby úhel Φ, který je znázorněn na obr. 1, ležel v rovině rovnoběžné s oblastí 4 drátů. Hodnoty naměřené rentgenovým goniometrem se přitom vztahují k dosedací ploše podložky pro obrobek, která se potom přiloží k vztažné ploše na drátové pile. Potom se horizontálně nastaví požadovaná orientace. Při tomto způsobu ovšem nejsou podchyceny chyby způsobené znečištěním dosedací, popř. vztažné plochy ani chyby lepení, ke kterým dochází při lepení monokrystalu na podložku pro obrobek, neboť měření orientace se uskutečňuje mimo stroj. Dále musí být monokrystal otočen stále tak, aby chybná orientace, která se má nastavit, ležela v horizontální rovině rovnoběžně s oblastí 4 drátů. V důsledku toho se směr obrábění řídí podle požadované chybné orientace, a může se tedy u jednotlivých monokrystalů lišit.

Z dokumentu US 5,904,136 je známo provádění požadovaného úhlu sklopení k nastavení chybné orientace ve sklápěcím zařízení mimo zařízení pro řezání drátem, přičemž orientace krystalu se určí pomocí rentgenového ústrojí a poté se krystal ve sklápěcím zařízení sklopí v horizontálním a vertikálním směru vzhledem k oblasti drátů. Případné chyby při vkládání sklápěcího zařízení spolu s krystalem do zařízení pro řezání drátem tím však rovněž nemohou být odstraněny.

17.02.04

Podstata vynálezu

Cílem vynálezu je poskytnout zařízení a způsob určování orientace krystalografické roviny vůči povrchu krystalu a zařízení a způsob řezání monokrystalu v řezacím stroji, pomocí kterých by bylo možné provádět přesné řezání a zároveň zvýšit produkci destiček při řezání monokrystalu.

Tohoto cíle je dosaženo zařízením podle patentového nároku 1 nebo 8 a způsobem podle patentového nároku 18 nebo 19.

Další provedení vynálezu jsou uvedena v závislých nárocích.

Způsob a zařízení mají tu výhodu, že poskytují vyšší kvalitu destiček a umožňují vyšší rychlosti posuvu při řezání. Díky vyšší kvalitě vyrobených destiček mohou být při obrábění výrazně omezeny jinak běžné dokončovací kroky. Dále může být zvýšena přesnost orientace.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález bude blíže vysvětlen prostřednictvím konkrétních příkladů provedení znázorněných na výkresech, na kterých představuje:

obr. 1 schematické znázornění destičky,

obr. 2a schematické znázornění zařízení pro řezání drátem s monokrystalem, který má být rozřezán,

obr. 2b schematické znázornění nastavení chybné orientace v zařízení pro řezání drátem podle dosavadního stavu techniky,

obr. 3 schematické znázornění sil působících při řezání drátem,

obr. 4a až 4d dvourozměrné grafické znázornění zkroucení a ohnutí (warp a bow) destiček odříznutých drátem v závislosti na směru opracování při dvou různých hodnotách posuvu,

obr. 5a schematické znázornění zařízení k určování orientace krystalografické roviny vůči povrchu krystalu podle vynálezu,

obr. 5b pohled na monokrystal vložený do držáku pily ve směru jedné z čelních ploch,

obr. 6 schematické znázornění orientačního zařízení podle vynálezu v zařízení pro řezání drátem, a

obr. 7 schematické znázornění detailu z obr. 6.

Příklady provedení vynálezu

Pro lepší porozumění budou v následujícím nejprve popsány síly působící na destičku při řezání drátem na základě výkresů 1 až 4. Jak lze seznat z obr. 3, při řezání drátem pronikají dráty 4a, 4b, 4c do monokrystalu 3, aby odřízly plátky 1a, 1b, 1c atd., které tvoří destičky. V průběhu řezání tvoří diamantové částice drátů po dosažení

kritické hloubky proniknutí do monokrystalu 3 mikrotrhliny, které v důsledku vzájemného zesíťování vedou k úbytku materiálu. Tato kritická hloubka proniknutí závisí na orientaci daného krystalografického směru K ležícího na povrchu 2 destičky, například směru [010], vůči směru V posuvu, jak bude vysvětleno níže.

Jak lze seznat z obr. 1 a 2a, monokrystal 3 má orientační znak ve formě rovinné oblasti 7 vnější plochy, tzv. plošky (flat), která byla vytvořena po vypěstování monokrystalu 1 daným způsobem tak, že úhel α, který svírá daný krystalografický směr K s normálou N_F na rovinnou oblast vnější plochy na povrchu 2 destičky, je známý. Jelikož je úhel α známý, je známý také úhel ρ mezi daným krystalografickým směrem K a směrem V posuvu monokrystalu v rovině kolmé na podélnou středovou osu M monokrystalu, a tedy v rovině řezu. Je třeba poznamenat, že namísto plošky může být na vnější straně monokrystalu proveden také zářez zvaný vrub (notch). Rozhodující je pouze existence vnějšího znaku, jehož uspořádání vzhledem k danému krystalografickému směru K je známo.

Jak lze seznat z obr. 3, při pronikání drátů 4a, 4b, 4c atd. do monokrystalu se síly F_x^-, popř. F_x^+, které působí na každý z drátů, liší v závislosti na rozdílných kritických zatíženích L_x^-, popř. L_x^+ na přední a zadní straně S, popř. S' destičky 1a, 1b, 1c atd., takže vznikající nerovnováha sil vede k vybočení drátu, dokud v opačném směru působící síla napnutého drátu neobnoví rovnováhu sil. Kritická zatížení jsou fyzikálně ekvivalentní kritickým hloubkám proniknutí. Obr. 4a až 4d znázorňují vždy zkroucení nebo ohnutí (warp nebo bow) destičky v závislosti na nastavení úhlu daného krystalografického směru K vzhledem ke směru V

posuvu. Z toho vyplývá, že malého zkroucení (warp), popř. malé hodnoty ohnutí (bow), které jsou žádoucí, lze dosáhnout buď snížením rychlosti v posuvu, nebo - pro vysokou rychlost posuvu - nastavením úhlu krystalografického směru K vzhledem ke směru posuvu. Například při rychlosti posuvu 2 mm/min je minimálních hodnot ohybu (bow) dosaženo přibližně při 60°, 150°, 240° a 330°. Při těchto hodnotách je výsledná síla, která vzniká ze součtu vazbových sil F_x^-, popř. F_x^+, minimální. Výhodné úhly, při kterých se výše popsané vazbové síly kompenzují a dráty pronikají do monokrystalu bez příčného vychylování, jsou závislé na materiálu monokrystalu, v případě polovodičů také na dopování, a na dalších faktorech. Pro každý materiál monokrystalu musí být určeny empiricky.

Zařízení k orientování monokrystalu v řezacím stroji, zejména v zařízení pro řezání drátem, podle vynálezu umožňuje využít tohoto jevu a zároveň umožňuje přesné nastavení požadované chybné orientace Φ.

Jak lze seznat z obr. 5a, zařízení k orientování monokrystalu v řezacím stroji obsahuje zařízení 10, nacházející se mimo vlastní řezací stroj, k určování úhlu mezi krystalografickou rovinou, např. rovinou (100) a čelní plochou 2 krystalu. Zařízení 10 obsahuje držák 11 pro monokrystal 3 s rovným povrchem 11a, který je s výhodou vytvořen jako vakuové sklíčidlo a na kterém je v podstatě válcový monokrystal udržován na své čelní ploše působením podtlaku. Azimutální orientace monokrystalu, tj. úhlová poloha v budoucí rovině řezu, je určena orientací plošky 7 nebo jiného vnějšího znaku v zařízení 10. Monokrystal 3 je přitom buď pevně přilepen k řezací podložce 12, s níž může být později vložen do zařízení pro řezání drátem, nebo se

17.02.04

lepení provede po měření. Úhlová poloha plošky 7, uspořádané na monokrystalu 3, vzhledem k držáku 11 se nastaví pomocí zarážky 13 tak, aby úhel ρ, který svírá daný krystalografický směr K vůči směru posuvu v řezacím stroji, jak je vidět na obr. 5b, měl empiricky předem určenou hodnotu pro minimální vychýlení drátu a tedy maximální možnou rychlost posuvu, jak bylo popsáno výše. Držák 11 je pohyblivý ve vertikálním směru. Kromě toho je držák 11 pomocí neznázorněného rotačního mechanismu otočný kolem své středové osy, která probíhá rovnoběžně s podélnou středovou osou monokrystalu. Naproti nebo nad volným povrchem 2 monokrystalu, který bude později tvořit povrch první odříznuté destičky, je uspořádán autokolimační dalekohled 14, který je umístěn tak, aby jeho optická osa O byla shodná s normálou na povrch 11a držáku 11. Dále je uspořádán rentgenový goniometr, který se skládá z rentgenové trubice 15 a přidruženého detektoru 16 a který je pohyblivý v určitém předem vymezeném úhlovém rozsahu, například zhruba o 20° kolem výchozího bodu na povrchu 2 monokrystalu. Dále je uspořádáno planparalelní optické zrcadlo 17. Zrcadlo 17 může být připevněno k čelní ploše 2 monokrystalu prostřednictvím neznázorněného vakuového mechanismu. Zrcadlo 17 může být dále k čelní ploše 2 monokrystalu 3 připevněno tak, že leží na optické ose autokolimačního dalekohledu. Rozsah měření autokolimačního dalekohledu je přibližně ±1°. Pro případ, že úhel, který svírá čelní plocha 2 krystalu s rovným povrchem 11a, překročí tento rozsah měření, je uspořádána neznázorněná optická klínová deska s daným úhlem klínu, která způsobuje stanovené vychýlení paprsku např. o 2°, aby se povrch, který má být změřen, dostal do rozsahu měření.

17.02.04

Ovládání zařízení 10 je vytvořeno tak, že se automaticky provede nejprve měření úhlu orientace zrcadla autokolimačním dalekohledem a poté měření požadované krystalografické roviny, například mřížkové roviny (100), rentgenovým goniometrem. Ovládání je dále vytvořeno tak, že v druhém kroku jsou tatáž měření proveditelná ještě jednou, přičemž monokrystal je v tomto případě otočen o 90° kolem podélné středové osy M.

Jak lze seznat z obr. 6 a 7, zařízení k řezání monokrystalu, které je v tomto příkladu provedení vytvořeno jako zařízení 20 pro řezání drátem, obsahuje válečky 21 drátů, přes které je v horizontálním směru vedena oblast 4 drátů, a vodicí válečky 22, které se nacházejí pod ní, k zpětnému vedení oblasti drátů pod vlastní rovinou drátů, ve které se uskutečňuje řezání. Nad oblastí 4 drátů je uspořádána posuvná jednotka 23, pomocí které je monokrystal, prostřednictvím řezací podložky 12, která je upevněna na X-Y polohovací jednotce 24, pohyblivý ve vertikálním směru vzhledem k oblasti drátů s určitou rychlostí v posuvu. X-Y polohovací jednotka 24 je vytvořena tak, že může přemístit monokrystal 3, vztaženo k souřadnicovému systému X_M, Y_M, Z_M na straně stroje, ve směru rovnoběžném s oblastí 4 drátů, který představuje směr X_M, a ve směru kolmém na oblast 4 drátů, který představuje směr Y_M. Rozsah otočení je ve směru X_M přibližně ±5° a ve směru Y_M přibližně ±2°. Dále je uspořádán autokolimační dalekohled 25, která je identický jako autokolimační dalekohled 14 zařízení 10 a jehož optická osa O leží v rovině rovnoběžné s oblastí 4 drátů. Autokolimační dalekohled 25 je dále uspořádán tak, že když je osazen monokrystal, jeho optická osa leží přibližně ve výšce středové osy monokrystalu. K vyhodnocování měření úhlů

17.02.04

autokolimačním dalekohledem je uspořádána vyhodnocovací jednotka 26.

Zařízení 20 dále obsahuje zrcadlo 27, které je identické jako zrcadlo 17 zařízení 10 a které je prostřednictvím neznázorněného vakuového mechanismu připevněno k čelní ploše 2 monokrystalu 3, která leží směrem k autokolimačnímu dalekohledu 25. Dále je uspořádána optická klínová deska 28 v otočné objímce 29, která umožňuje provést stanovené vychýlení paprsku, např. o 2°. Zrcadlo 27 a klínová deska 28 jsou připevněny k držáku 30, který obsahuje vakuový mechanismus. Dále je uspořádána zarážka 31, která stanovuje vymezenou vzdálenost zrcadla 27 s klínovou deskou 28 od X-Y polohovacího zařízení 24.

K seřízení celého zařízení je dále uspořádána referenční plocha 32, která je připevněna k posuvné jednotce 23 naproti autokolimačnímu dalekohledu 25. Referenční plocha má vysokou rovinnost a mechanickou stabilitu a snadno čistitelný povrch, aby bylo možné před měřením snadno odstranit nečistoty. Referenční plochu lze v horizontální rovině vyrovnat rovnoběžně s oblastí 4 drátů pomocí neznázorněné kamery, která může být nainstalována přímo na referenční ploše.

Provoz zařízení 10 a 20 podle vynálezu je následující: Nejprve se, jak je znázorněno na obr. 5b, přilepí monokrystal 3 s ploškou 7 na řezací podložku 12 v určité úhlové orientaci k této řezací podložce za pomoci neznázorněné zarážky. Úhel se přitom zvolí tak, že ploška 7 je v azimutálním směru orientována takovým způsobem, aby daný krystalografický směr K ležel vůči směru V posuvu v předem určeném úhlu ρ, při kterém se vazbové síly působící

95

na drát vzájemně téměř ruší, aby tak bylo možné nastavit pokud možno co největší rychlost posuvu. Potom, jak je znázorněno na obr. 5a, se monokrystal 3 spolu s řezací podložkou 12 vsadí do držáku 11 zařízení k určování orientace krystalografické roviny vůči čelní ploše 2 monokrystalu pomocí neznázorněného vakuového mechanismu. Vakuový mechanismus umožňuje, že monokrystal 3 může přímo přiléhat k povrchu 11a držáku 11. Poté se držák 11 přesune do určité výškové polohy tak, aby se čelní plocha 2 monokrystalu nacházela v ohniskové rovině rentgenového goniometru. Poté se prostřednictvím vakuového mechanismu na čelní plochu 2 nasadí a upevní zrcadlo 17. Poté se pomocí autokolimačního dalekohledu 14 provede měření úhlu povrchu zrcadla, přičemž se určí odchylka odraženého nitkového kříže od nitkového kříže promítaného na povrch zrcadla. Jelikož je povrch zrcadla 17 orientován rovnoběžně s čelní plochou 2 monokrystalu 3 a optická osa O autokolimačního dalekohledu 14 je kolmá na povrch 11a držáku 11, který tvoří vztažnou plochu, lze tímto měřením určit úhlové nastavení povrchu zrcadla, popř. čelní plochy monokrystalu vůči povrchu 11a držáku 11.

V alternativním případě se může monokrystal měřit bez řezací podložky, přičemž orientace plošky v rentgenovém ústrojí může být určena např. pomocí zarážky.

Požadovaná krystalografická rovina, např. rovina (100), obecně není rovnoběžná s čelní plochou 2 monokrystalu 3. K určení směru krystalografické roviny se změří Braggův odraz pomocí rentgenového goniometru 15, 16, který se k tomuto účelu pohybuje v určitém vymezeném úhlovém rozsahu. Rentgenová trubice 15 a detektor 16 se k tomuto účelu známým způsobem nacházejí v pevné úhlové vzdálenosti vůči sobě a

pohybují se na kruhovém oblouku v rámci předem daného úhlového rozsahu. Braggův odraz udává úhel, který svírá krystalografická rovina s povrchem 11a držáku 11. Rentgen-goniometrické měření se potom zopakuje, přičemž monokrystal je otočen o 90°. Optickým a rentgen-goniometrickým měřením se získají dva vektory, rentgenové míry (x_{100}, y_{100}) a optické míry (x_{OF}, y_{OF}) vzhledem k nulovým bodům orientační soustavy. Rozdíl obou vektorů udává orientaci krystalografické roviny (100) vůči čelní ploše 2 krystalu nezávisle na všech vnějších vztažných systémech, jako jsou např. nástrojové lišty, přítlačné díly, upevňovací sklíčidla atd. Po tomto měření je orientace krystalografické roviny (100) vůči čelní ploše 2 monokrystalu známá. Z toho pak vyplývají korekční hodnoty pro polohování X-Y v drátové pile k nastavení požadované chybné orientace.

Následně se změří poloha čelní plochy 2 na krystalu na drátové pile 20 pomocí identického autokolimačního dalekohledu 25 a identického planparalelního zrcadla 27. Nastavení nulového bodu X-Y polohovací jednotky 24 v souřadnicovém systému X_M, Y_M na straně stroje se v tomto případě provádí pomocí referenční plochy 23. Ve směru Y_M, tedy ve směru posuvu, se nastavení provede pouze jednou v továrně, například číselníkovým úchylkoměrem. Určení nulového bodu ve směru X_M, tedy v rovině drátů, se provádí při každé výměně válečků řezacího drátu. K tomuto účelu je referenční plocha 32 u oblasti drátů horizontálně vyrovnána s kamerou připevněnou na referenční ploše, která určuje polohu ve směru X vzhledem k referenčnímu drátu oblasti drátů.

K nastavení autokolimačního dalekohledu 25 se přesune posuvná jednotka 23 do referenční polohy, tj. referenční

plocha 32 se nachází na optické ose autokolimačního dalekohledu 25, a na referenční plochu se umístí zrcadlo 27 a rovněž se změří poloha autokolimačního dalekohledu. Poté se uskuteční elektronické referencování podle referenční plochy 32, přičemž na referenční plochu 32 se pomocí vakuového upevňovacího zařízení nasaje zrcadlo 27. Potom se zrcadlo 27 odstraní a posuvná jednotka se posune do nakládací, popř. orientační polohy a připevní se monokrystal 3 s řezací podložkou 12. Potom se na čelní plochu 2 krystalu připevní zrcadlo 27 a autokolimačním dalekohledem 25 se změří úhlové nastavení čelní plochy 2. Pak se zadají korekční hodnoty získané z měření v zařízení 10 a provede se horizontální a vertikální polohování monokrystalu tak, aby krystalografická rovina vykazovala předem určený úhel vzhledem k oblasti drátů. Pak se odstraní zrcadlo a provede se řezání.

Při popsaném způsobu zůstává azimutální úhlové nastavení daného krystalografického směru K zachováno, a může se pracovat s vyššími rychlostmi posuvu než v dosavadním stavu techniky. Například pro řezání šestipalcového monokrystalu GaAs jsou rychlosti posuvu zhruba čtyřnásobné ve srovnání s obvyklým orientováním, při kterém není možné vhodně nastavit azimutální úhlovou polohu.

V jiné variantě je požadovaná chybná orientace zohledněna tak, že se uspořádá klínová deska. V další variantě řezacího zařízení podle vynálezu je monokrystal v řezacím zařízení otočný kolem své osy N_O, znázorněné na obr. 1., která prochází kolmo na povrch destičky, aby bylo možné nastavit optimální úhel, při kterém jsou řezné síly minimální. Alternativně je také možné nastavit optimální úhel pro minimalizaci řezných sil sklopením oblasti drátů.

17.02.04

S výhodou je pak uspořádáno měřicí zařízení k měření vychýlení řezacího zařízení při řezání.

Namísto výchylky v měřicím zařízení 10 může být k určení orientace plošky použit také bezdotykový systém pro měření vzdálenosti.

Veškeré chyby způsobené lepením nebo znečištěním zarážek, vztažných ploch atd. odpadají, protože měření se může provádět přímo na zařízení 20 pro řezání drátem. Popsané zařízení a způsob umožňují vysoce přesné přímé měření na drátové pile bez bezpečnostních rizik. Kromě toho je měření úhlů autokolimačním způsobem nezávislé na vzdálenosti měření, takže je možné umístit autokolimační dalekohled 25 mimo prostor řezání. Při řezání pak může být uzavřen příslušný ochranný kryt. X-Y polohovací jednotka umožňuje vertikální a horizontální nastavení složek chybné orientace, takže směr opracování krystalu je vždy volně volitelný a může být použit jako regulovaná veličina pro vychýlení drátu.

Vynález se neomezuje na zařízení pro řezání drátem, ale může být například využit také v zařízení pro řezání vnitřních děr.

17.02.04 PV 2003-3395

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Zařízení pro řezání monokrystalů obsahující:
řezací ústrojí (4) pro odřezávání destiček z v podstatě válcového monokrystalu (3) s podélnou středovou osou (M),
orientační ústrojí (24) uspořádané v zařízení pro orientování monokrystalu vzhledem k řezacímu ústrojí,
posuvné ústrojí (23) pro přemisťování krystalu (3) ve směru (V) posuvu v podstatě kolmo na jeho podélnou středovou osu vzhledem k řezacímu ústrojí,
vyznačující se tím, že orientační ústrojí (24) je vytvořeno tak, že monokrystal (3) je otočný kolem osy definované směrem posuvu a osy, která je kolmá na rovinu, jež je definovaná podélnou středovou osou (M) a směrem (V) posuvu.

2. Zařízení podle nároku 1, ***vyznačující se tím***, že řezací ústrojí je provedeno jako drátová pila s množstvím rovnoběžných drátů (4) k řezání, které tvoří rovinu drátů, a že orientační ústrojí (24) je provedeno jako X-Y polohovací jednotka, se kterou je monokrystal přemístitelný v rovině rovnoběžné s rovinou drátů a v rovině kolmé na rovinu drátů.

3. Zařízení podle nároku 2, ***vyznačující se tím***, že je uspořádáno zařízení pro měření úhlů k měření orientace čelní plochy (2) monokrystalu (3) vzhledem k rovině drátů.

4. Zařízení podle nároku 2 nebo 3, ***vyznačující se tím***, že zařízení pro měření úhlů obsahuje zrcadlo (27),

které lze připevnit k čelní ploše (2) monokrystalu (3), a autokolimační dalekohled (25), jehož optická osa (O) je kolmá na rovinu řezu.

5. Zařízení podle nároku 4, ***vyznačující se tím***, že zrcadlo (27) lze k čelní ploše (2) monokrystalu připevnit prostřednictvím vakuového ústrojí.

6. Zařízení podle některého z nároků 2 až 5, ***vyznačující se tím***, že je uspořádáno referenční zařízení (32, 25) pro X-Y polohovací jednotku.

7. Zařízení podle některého z nároků 1 až 6, ***vyznačující se tím***, že je uspořádána klínová deska (28) se stanoveným úhlem klínu pro nastavení předem určené úhlové odchylky orientace monokrystalu ve směrech X a Y.

8. Zařízení podle nároku 7, ***vyznačující se tím***, že klínová deska (28) je otočná v rovině řezu kolem podélné středové osy monokrystalu takovým způsobem, že je možné nastavit určitou azimutální orientaci úhlu klínu.

9. Zařízení podle některého z nároků 1 až 8, ***vyznačující se tím***, že je uspořádán držák (12) pro monokrystal, se kterým je monokrystal umístěn v řezacím zařízení tak, že předem určený vnější znak monokrystalu je orientován otočený kolem podélné středové osy (M) do předem určené polohy.

10. Zařízení podle některého z nároků 1 až 8, ***vyznačující se tím***, že je uspořádáno otočné ústrojí pro otáčení monokrystalu kolem jeho podélné středové osy a že je s výhodou k dispozici zařízení pro měření vychýlení

řezacího ústrojí při řezání, které je spojeno s otočným ústrojím.

11. Způsob řezání monokrystalu v řezacím stroji, při kterém se z monokrystalu odřezávají destičky, přičemž se monokrystal pohybuje ve směru (V) posuvu vzhledem k řezacímu ústrojí, s těmito kroky:
určení úhlu mezi krystalografickou rovinou a vnějším povrchem (2) monokrystalu,
měření orientace vnějšího povrchu (2) monokrystalu v řezacím stroji,
umístění monokrystalu na základě orientace vnějšího povrchu takovým způsobem, že daná krystalografická rovina svírá se směrem posuvu předem určený úhel, a
provedení řezání.

12. Způsob podle nároku 11, ***vyznačující se tím***, že určení úhlu se provádí způsobem, který má tyto kroky:
měření úhlu, který svírá povrch (2) krystalu se vztažnou osou, autokolimačním způsobem,
měření úhlu krystalografické roviny vůči vztažné ose pomocí rentgenové goniometrie, a
stanovení rozdílu naměřených úhlů.

13. Způsob podle nároku 11 nebo 12, ***vyznačující se tím***, že úhlová poloha daného krystalografického směru (K) monokrystalu v rovině řezu se nastaví tak, že při řezání monokrystalu jsou minimalizovány síly, které působí na řezací ústrojí.

14. Zařízení podle některého z nároků 1 až 10, ***vyznačující se*** dále zařízením pro určování orientace

17.02.04

krystalografické roviny vůči povrchu krystalu, které obsahuje:
držák (11) pro monokrystal (3), pomocí kterého je monokrystal (3) držen tak, že jeho povrch (2), který má být měřen, je volně vystaven,
zařízení (14, 17) pro měření úhlů k měření úhlu, který svírá povrch (2), který má být měřen, vůči vztažné ose držáku, a
rentgenografické měřicí ústrojí (15, 16) pro určení úhlu krystalografické roviny vůči vztažné ose.

15. Zařízení podle nároku 14, ***vyznačující se tím***, že monokrystal (3) je vytvořen v podstatě válcový a že povrchem (2), který má být měřen, je čelní plocha válce a že držák (11) má rovnou plochu (11a), na kterou lze připevnit monokrystal (3) čelní plochou, která je protilehlá povrchu, který má být měřen, a že vztažnou osou je normála na rovnou plochu (11a).

16. Zařízení podle nároku 14 nebo 15, ***vyznačující se tím***, že zařízení (14, 17) pro měření úhlů obsahuje zrcadlo (17) uspořádané na povrchu (2), který má být měřen, a autokolimační dalekohled (14), jehož optická osa (O) je shodná se vztažnou osou.

17. Zařízení podle některého z nároků 14 až 16, ***vyznačující se tím***, že rentgenografické měřicí ústrojí je vytvořeno jako rentgenový goniometr, který obsahuje rentgenovou trubici (15) a detektor (16), které jsou spolu pohyblivé v úhlovém rozsahu kolem vztažné osy pro měření Braggových odrazů pro krystalografickou rovinu.

17.02.04

18. Zařízení podle některého z nároků 14 až 17, ***vyznačující se tím***, že držák (11) je pohyblivý ve směru vztažné osy.

19. Zařízení podle některého z nároků 14 až 18, ***vyznačující se tím***, že držák (11) obsahuje vakuové sací zařízení pro upevnění monokrystalu (3) prostřednictvím podtlaku.

20. Zařízení podle některého z nároků 14 až 19, ***vyznačující se tím***, že monokrystal v držáku má zarážku (13), pomocí které lze monokrystal (3) upevnit v předem určené úhlové orientaci v rovině kolmé na vztažnou osu, přičemž je s výhodou uspořádána zarážka (13).

21. Zařízení pro určování orientace krystalografické roviny vůči povrchu krystalu, obsahující:
držák (11) pro monokrystal (3), pomocí kterého je monokrystal (3) držen tak, že jeho povrch (2), který má být měřen, je volně vystaven,
zařízení (14, 17) pro měření úhlů k měření úhlu, který svírá povrch (2), který má být měřen, vůči vztažné ose držáku, a
rentgenografické měřicí ústrojí (15, 16) pro určení úhlu krystalografické roviny vůči vztažné ose.

22. Zařízení podle nároku 21, ***vyznačující se tím***, že monokrystal (3) je vytvořen v podstatě válcový a že povrchem (2), který má být měřen, je čelní plocha válce a že držák (11) má rovnou plochu (11a), na kterou lze připevnit monokrystal (3) čelní plochou, která je protilehlá povrchu, který má být měřen, a že vztažnou osou je normála na rovnou plochu (11a).

17.02.04

23. Zařízení podle nároku 22 nebo 23, ***vyznačující se tím***, že zařízení (14, 17) pro měření úhlů obsahuje zrcadlo (17) uspořádané na povrchu (2), který má být měřen, a autokolimační dalekohled (14), jehož optická osa (O) je shodná se vztažnou osou.

24. Zařízení podle některého z nároků 21 až 23, ***vyznačující se tím***, že rentgenografické měřicí ústrojí je vytvořeno jako rentgenový goniometr, který obsahuje rentgenovou trubici (15) a detektor (16), které jsou spolu pohyblivé v úhlovém rozsahu kolem vztažné osy k měření Braggových odrazů pro krystalografickou rovinu.

25. Zařízení podle některého z nároků 21 až 24, ***vyznačující se tím***, že držák (11) je pohyblivý ve směru vztažné osy.

26. Zařízení podle některého z nároků 21 až 25, ***vyznačující se tím***, že držák (11) obsahuje vakuové sací zařízení pro upevnění monokrystalu (3) prostřednictvím podtlaku.

27. Zařízení podle některého z nároků 21 až 26, ***vyznačující se tím***, že monokrystal v držáku má zarážku (13), pomocí které lze monokrystal (3) upevnit v předem určené úhlové orientaci v rovině kolmé na vztažnou osu, přičemž je s výhodou uspořádána zarážka (13).

28. Způsob určování orientace krystalografické roviny vůči povrchu krystalu, který má tyto kroky:
měření úhlu, který svírá povrch (2) krystalu se vztažnou osou, autokolimačním způsobem,

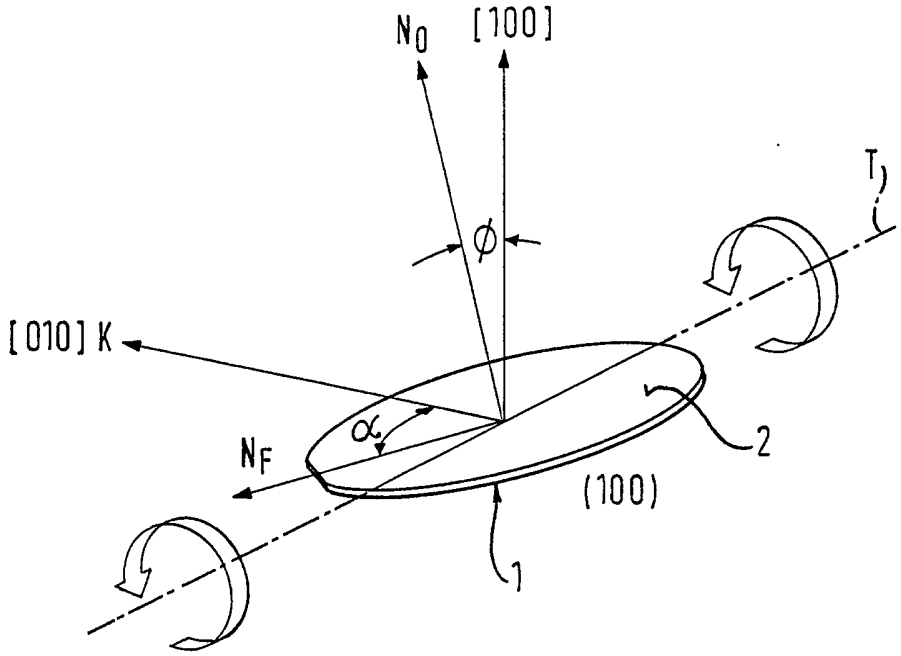
17.02.04

měření úhlu krystalografické roviny vůči vztažné ose pomocí rentgenové goniometrie, a

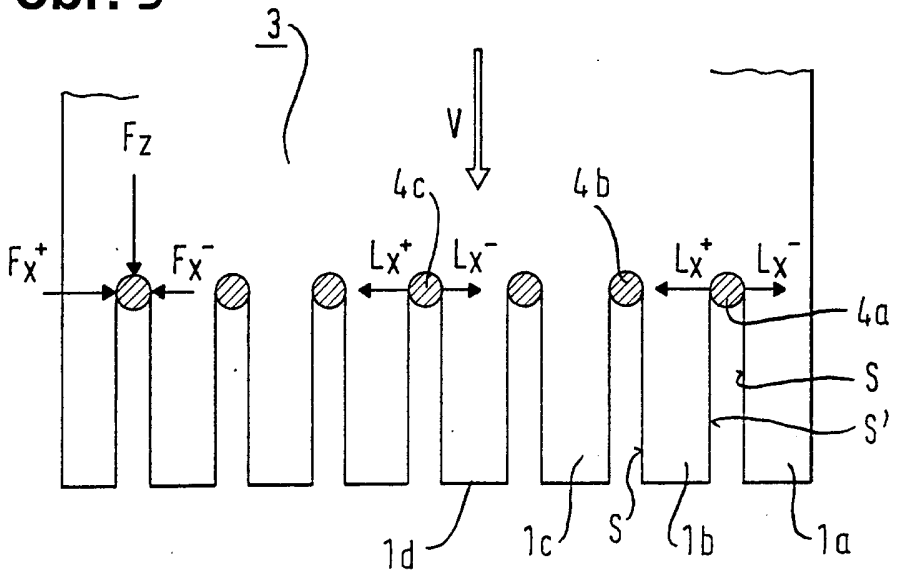
stanovení rozdílu naměřených úhlů.

PV 2003-3395
17.02.04

obr. 1

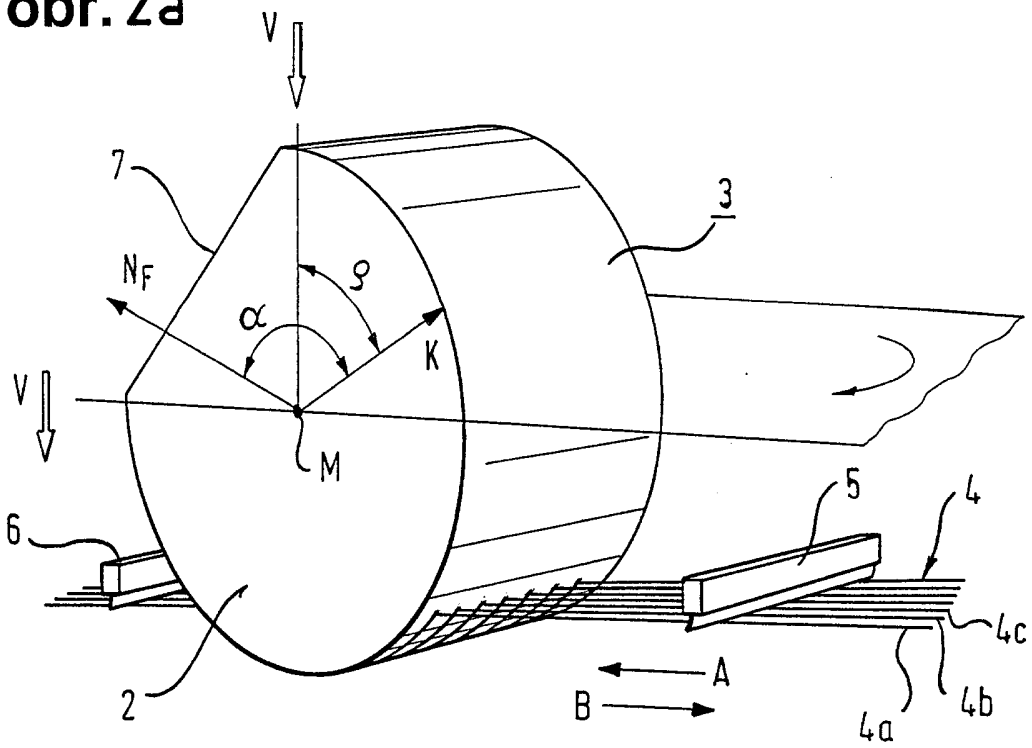


obr. 3

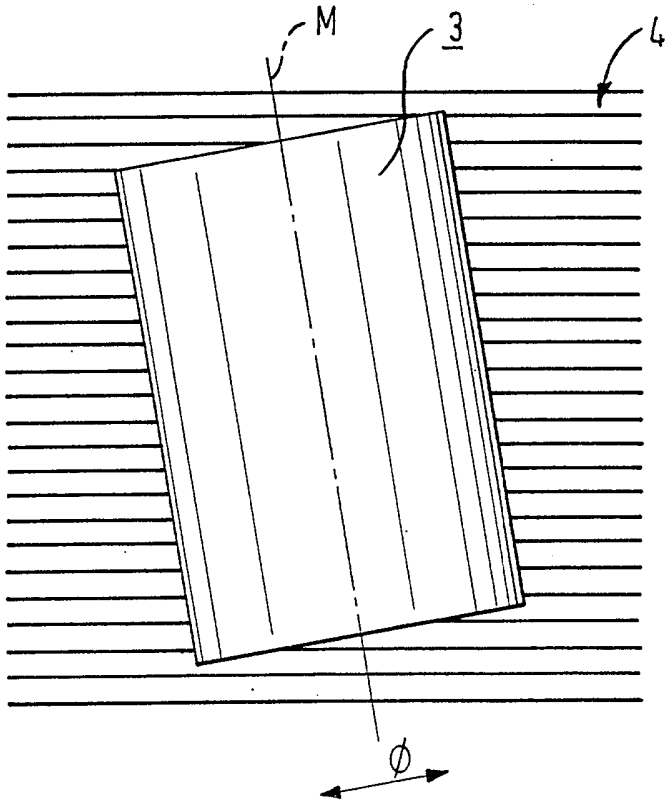


PV 2003-3395
17.02.04

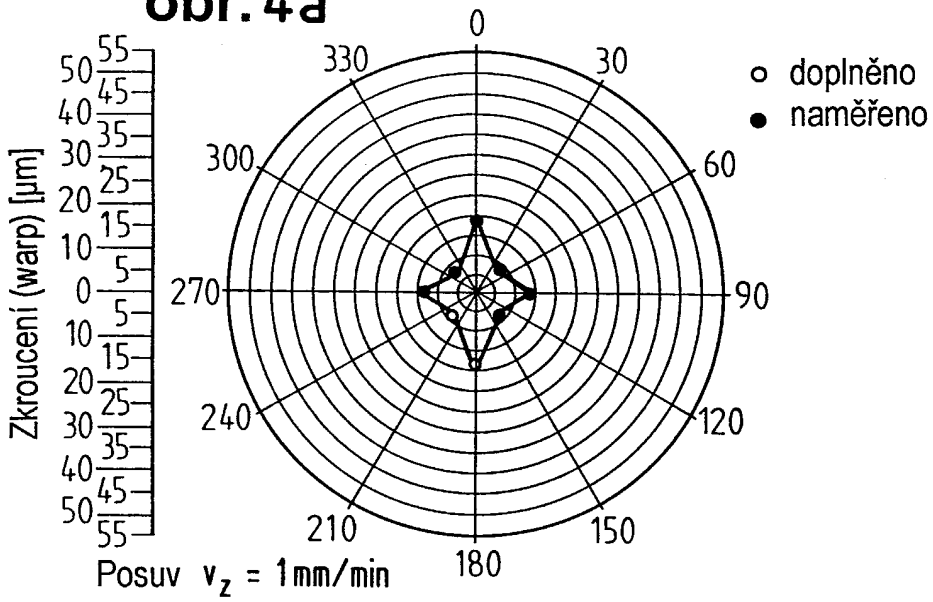
obr. 2a



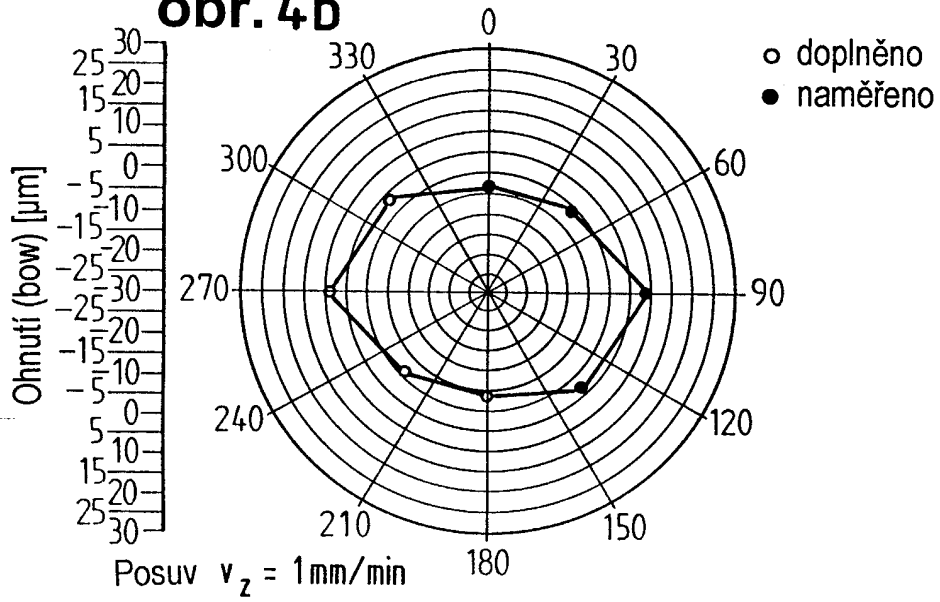
obr. 2b



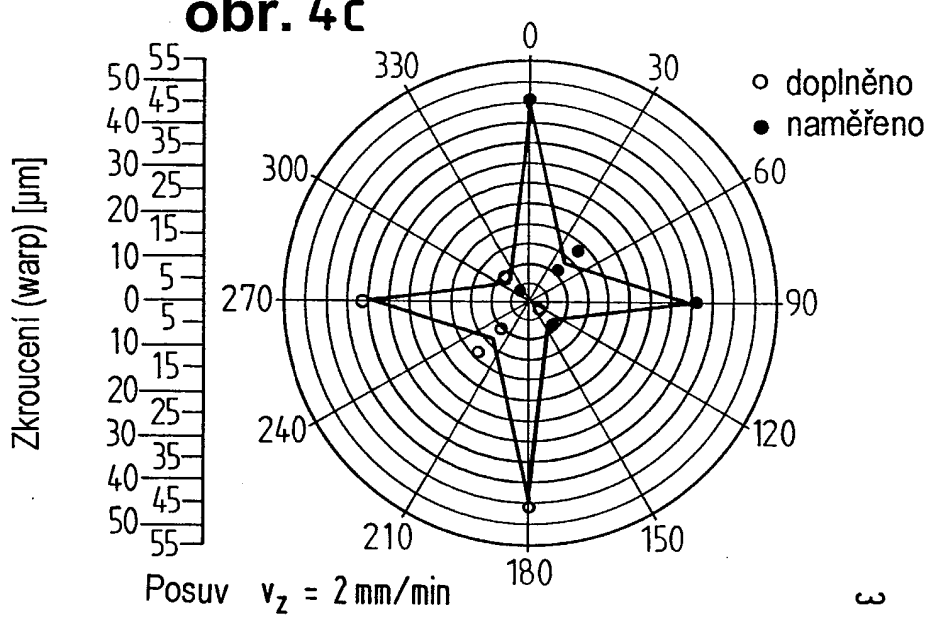
obr. 4a



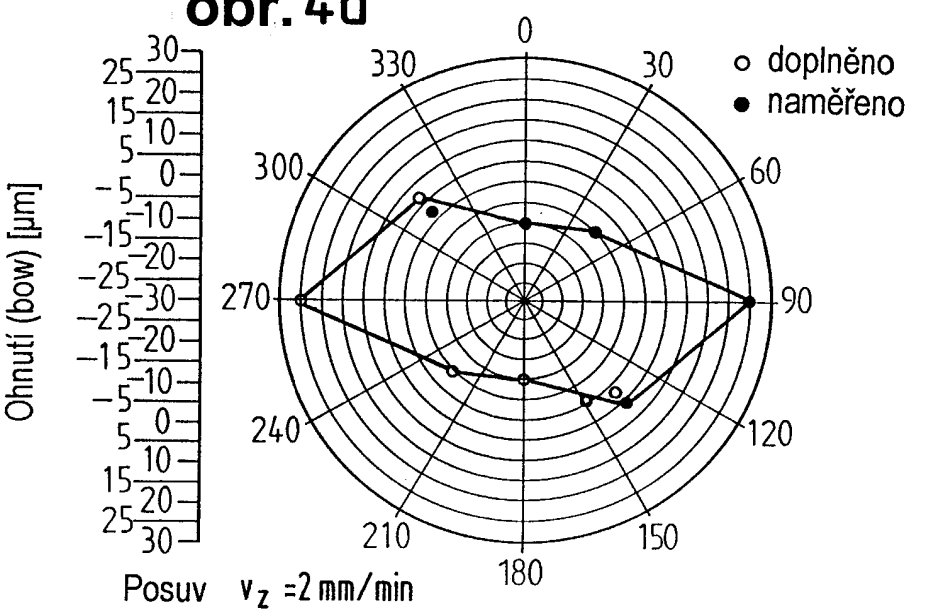
obr. 4b



obr. 4c



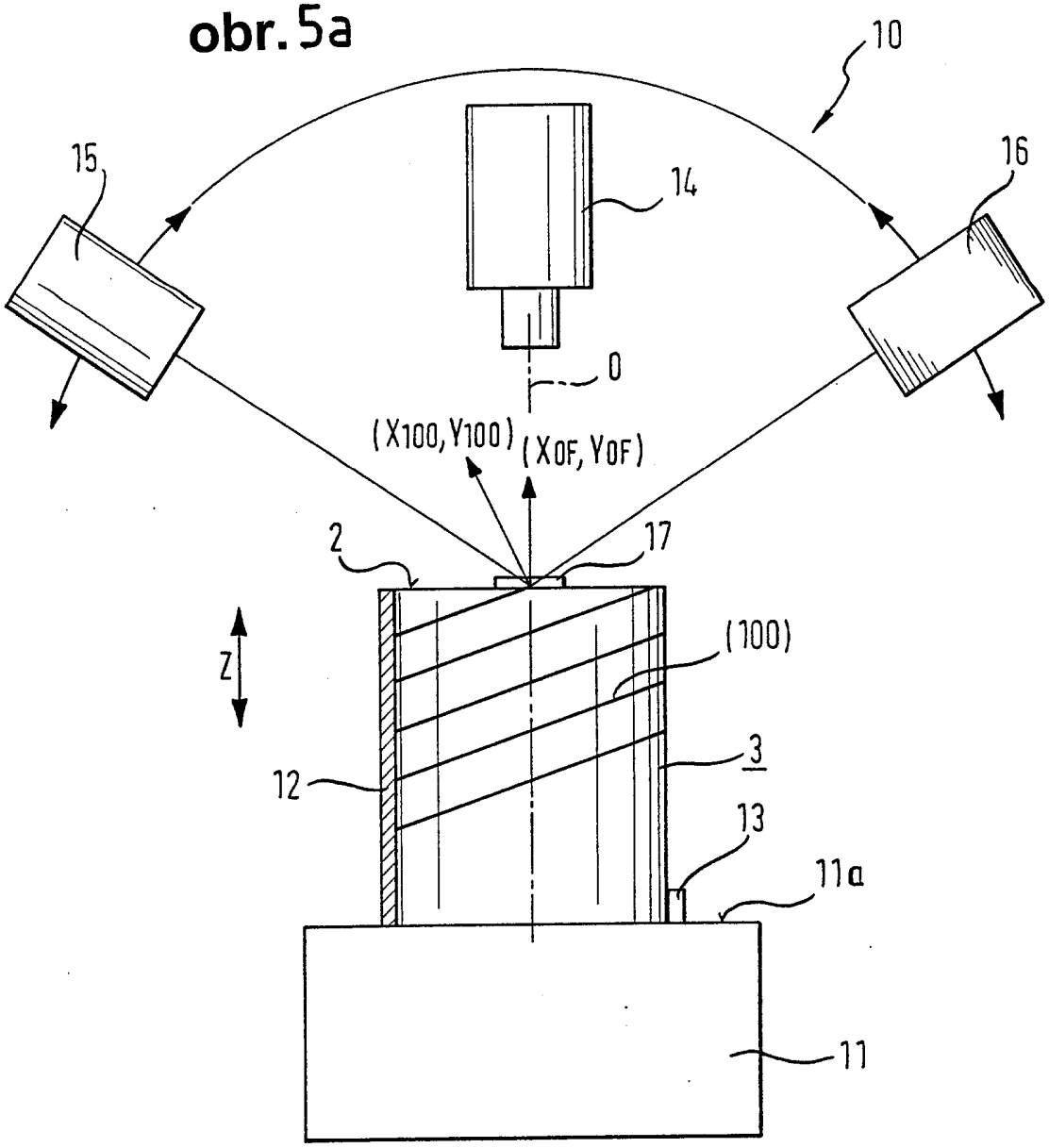
obr. 4d



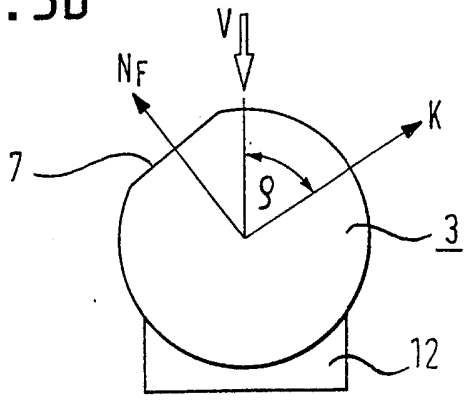
PV 2003-339

PV 2003 - 3395
17.02.04

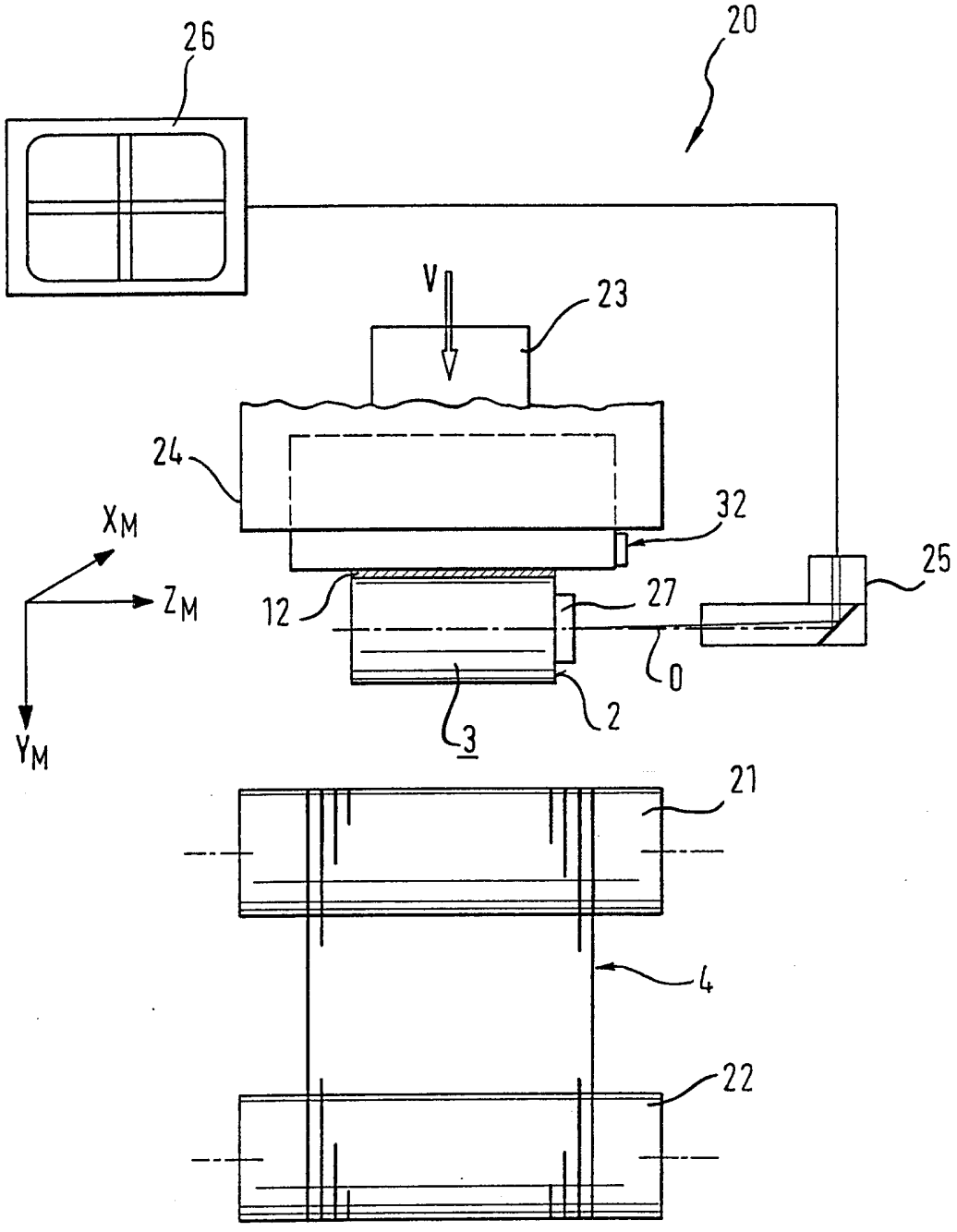
obr. 5a



obr. 5b



obr. 6



PV 2003-3395
17.02.04

obr. 7

