



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

198 027

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 25 09 78
(21) PV 6175-78

(51) Int. Cl.³ G 01 J 3/14

(40) Zveřejněno 31 08 79
(45) Vydáno 01 6 82

(75)
Autor vynálezu

KVAPIL JIŘÍ ing. CSc. a
KVAPIL JOSEF ing. CSc., TURNOV

(54) Způsob přípravy opticky jakostních dílů z monokrystalů korundu

1

Vynález se týká způsobu přípravy opticky jakostních dílů z monokrystalů korundu, zejména orientace geometrické osy optického dílu v korundové surovině při jejich řezání a výrobě.

Monokrystaly korundu se v současné době zpracovávají na celou řadu optických dílů. Nejvýznačnějším představitelem těchto výrobků jsou laserové tyčinky z rubínu. S výjimkou zcela jednoduchých optických dílů, jako jsou průhledítka a okénka například k detektorům infračerveného záření, vyžaduje se vedle dostatečné šířosti i vysoká optická stejnorodost použitých korundových monokrystalů, podmínující přesný přenos obrazu tj. optické informace. Typickým představitelem těchto výrobků jsou již zmíněné rubínové rezonátorové tyče, kde při použití elektrooptických uzávěrek v rubínovém laseru, nebo pro tak náročné použití jako je například holografie, musí mít laserové tyče mimořádně vysokou optickou stejnorodost. Korund s vysokou optickou stejnorodostí se v současné době připravuje převážně pěstováním Czochralského metodou, zatímco starší Verneuilovou metodou připravený korund (rubín) se vyznačuje méně obsahem příměsí (iontů chromu) v průřezu krystalu, což způsobuje kolísání indexu lomu a dále mozaikovitostí, kde na hranicích mozaikových bloků dochází k náhlé změně dvojlomu. Zvláštní poslední závadu nelze u korundu pěstovaného Verneuilovou metodou odstranit a vyloučit, což omezuje jeho

použitelnost, přesto, že krystaly jsou bez cizích příměsí a částic, které v monokrystalech pěstovaných kelímkovými metodami mohou pocházet především z kelímkového materiálu.

Protože Czochralského metoda, jíž se opticky stejnorodé krystaly pěstují, je ekonomicky a technologicky náročnější, jevílo se účelným nalézt takový způsob přípravy opticky jakostních dílů z monokrystalů korundu, který by umožnil pro výše uvedená speciální použití využít i krystalové suroviny pěstované levnější metodou Verneuilovou.

Cíle bylo dosaženo tímto vynálezem způsobu přípravy opticky jakostních dílů z monokrystalů korundu pěstovaných z taveniny, řezáním z korundové suroviny, jehož podstata spočívá v tom, že řez se orientuje tak, aby geometrická osa optického dílu ležela v rovině rovnoběžné s růstovou osou monokrystalu a kolmé k rovině, určené růstovou osou a krystalografickou osou g , přičemž svírá s růstovou osou úhel $\alpha = 3^\circ$ až 8° a s krystalografickými rovinami druhořadého hranolu $\{11\bar{2}0\}$ úhel $\beta = 5^\circ$ až 10° .

V dalším je podstata vynálezu, tj. orientace geometrické osy optického dílu v monokrystalické surovině - hrušce, blíže vyložena s použitím připojeného výkresu. Na obrázku je zakreslena korundová hruška 1 a vyznačena její růstová osa r . Současně je vyznačena krystalografická osa g monokrystalické hrušky a pro názornost je zakreslena poloha druhořadého hranolu $\{11\bar{2}0\}$ 2 . Dále je zakreslena rovina σ proložená růstovou osou r a krystalografickou osou g a na ni kolmá rovina ρ . Je dále zakreslena poloha geometrické osy o optického dílu, ležící v rovině ρ ukloněně od růstové osy r o úhel α o velikosti alespoň 3° a od plochy druhořadého hranolu $\{11\bar{2}0\}$ 2 o úhel β o velikosti alespoň 5° .

Geometrická osa o optického dílu je vesměs totožná s osou světelného svazku v optickém dílu při jeho použití. Makroskopické strukturní poruchy (mozaika) vznikají na rozhraní mezi zárodkem a krystalem a šíří se vždy přibližně kolmo na fázové rozhraní při růstu krystalu, tj. u strukturně defektních krystalů rovnoběžně s růstovou osou r . Zvětšování úhlů mezi týmiž krystalografickými osami sousedních mozaikových bloků a zvětšování hustoty těchto bloků je způsobeno především skluzem v rovinách odpovídajících druhořadému hranolu $\{11\bar{2}0\}$. V praxi to znamená, že největší hodnoty nežádoucího anomálního, tj. místo od místa se měnícího dvojlohu lze pozorovat při průchodu světla ve směru růstové osy r nebo ve směrech rovnoběžných s plochami druhořadého hranolu $\{11\bar{2}0\}$, kdy daný paprsek prochází jen určitým mozaikovým blokem eventuálně podél skluzových linií se stejným smyslem deformace. Při průchodu světla jinými směry kříží všechny jeho paprsky hranice mozaikových bloků i skluzové linie, takže vlastnosti každého paprsku jsou určeny různými typy poruch a proto se od vlastností sousedních paprsků liší jen minimálně. Zároveň vlivem zvětšení úhlu dopadu světla na hranice poruch oddělující opticky odlišné části krystalu se výrazně potlačí odraz světla na těchto hranicích, který jinak dále podstatně zhoršuje homogenitu procházejícího světelného svazku.

Za shora uvedených podmínek výsledný svazek světla je proto relativně homogenní. Způsob výběru podle vynálezu zároveň umožňuje zmenšit divergenci svazku, protože při obvyklém, podle osy růstu souměrném rozložení příměsí v průřezu krystalu, jejichž koncentrace ovlivňují index lomu, je součet iontů příměsí podél stopy každého paprsku přibližně stejný, t. zlepší se i interferogram vybraného dílu.

Způsobem podle vynálezu lze vybírat optické díly relativně dobré jakosti i z monokrystalů obsahujících četné strukturní poruchy, což má význam zejména při výběru laserových tyčí z rubínových monokrystalů pěstovaných Verneuilovým způsobem.

Příklad 1

Verneuilovým způsobem byly vypěstovány monokrystaly rubínu, obsahující 0,03 % hmotnostních chromu, o $\varnothing$ 25 mm a délce 100 mm. Krystalografická osa c svírala s osou růstu r úhel 60° až 70° , druhořadý hranol $(11\bar{2}0)$ z byl orientován tak, že jedna jeho plocha svírala s osou růstu r úhel $\alpha = 3^\circ$ až 8° . Monokrystaly byly temperovány za účelem snížení vnitřního pnutí a poté byla odříznuta jejich zárodková a vrcholová část, takže zbyla válcová část o délce 80 mm. Obě řezné plochy byly naleštěny tak, aby byly rovnoběžné s přesností lepší než $30''$. Kontrolou na interferometru bylo vyloučeno zcela nevhodných 30 % kusů, kde hustota interferenčních proužků byla větší než 2/cm.cm. Poté byly z každého krystalu vybrány laserové tyče o $\varnothing$ 7 mm a délce 75 mm tak, že geometrická osa laserové tyče, totožná se směrem průchodu laserového světla v ní, byla orientována do roviny rovnoběžné s růstovou osou r a kolmé k rovině, určené růstovou osou r a krystalografickou osou c , přičemž úhel geometrické osy z laserové tyče s růstovou osou r činil 5° a s kteroukoli plochou druhořadého hranolu $(11\bar{2}0)$ z byl 5° až 10° . Hustota interferenčních proužků byla nejvýše 1,2/cm.cm a při průchodu nepolarizovaného či polarizovaného světla nebyly pozorovatelné žádné nehomogenity v průřezu tyče. Výstupní energie laseru s 60 % výstupním zrcadlem rezonátoru, reflektorem eliptického průřezu a xenonovou budicí výbojkou o délce záblesku přibližně 800 μs činila při použití těchto laserových tyčí a budicí energie 600 Ws minimálně 1,25 Ws v 90 % případech.

Jestliže byly laserové tyče vybírány obvyklým způsobem, tj. že jejich geometrická osa byla rovnoběžná s osou růstu, bylo nutno při zachování horní hranice hustoty interferenčních proužků 1,2/cm.cm vyloučit 80 % kusů. Hotové laserové tyče však přesto vykazovaly nehomogenity, zejména při pozorování v polarizovaném světle a výstupní energie vyšší než 1,25 Ws bylo proto dosaženo jen u 50 % hotových laserových tyčí.

Příklad 2

Verneuilovým způsobem byly vypěstovány monokrystaly safíru o $\varnothing$ 28 mm s krystalografickou osou c kolmou k ose růstu r . Také jedna krystalografických os a byla k ose růstu r kolmá, takže jedna dvojice ploch druhořadého hranolu $(11\bar{2}0)$ z byla s osou růstu r rovnoběžná. Z těchto krystalů byly zhotoveny světlovodiče válcového tvaru o $\varnothing$ 8 mm a délce 25 mm tak, že geometrická osa z ležela v rovině, určené uvedenou krystalografickou osou c a osou růstu r , přičemž svírala s osou růstu r úhel $\alpha = 8^\circ$. V průřezu takto zhotovených světlovodičů nebyly nalezeny žádné optické anomálie a mohly proto být použity jako pomocné optické díly rubínového laseru. Světlovodiče, jejichž optická osa svírala buďto s růstovou osou r nebo některou krystalografickou rovinou, odpovídající druhořadému hranolu $\{11\bar{2}0\}$ z úhel β menší než 3° popřípadě 5° , nebylo možno v optice laseru použít, protože výsledný světelný svazek nebylo potom možno bez nadměrného clonění dále pracovat.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Způsob přípravy opticky jakostních dílů z monokrystalů korundu pěstovaných z taveniny řezáním z korundové suroviny, vysnažený tím, že řez se orientuje tak, aby geometrická osa (q) optického dílu ležela v rovině rovnoběžné s růstovou osou (x) monokrystalu a kolmé k rovině, určené růstovou osou (x) a krystalografickou osou (q), přičemž s růstovou osou (x) svírá úhel α o velikosti 3° až 8° a s krystalografickými rovinami druhého řádu hranolu $\{11\bar{2}0\}$ (2) úhel β o velikosti 5° až 10°

1 výkres

