

ČESKOSLOVENSKÁ
SOCIALISTICKÁ
REPUBLIKA
(19)



FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

264632

(11) (B1)

(13)

(51) Int. Cl.⁴

C 30 B 15/20
C 30 B 17/00

(22) Přihlášeno 03 08 87

(21) PV 5749-87.0

(40) Zveřejněno 15 11 88

(45) Vydáno 13 04 90

(75)

Autor vynálezu

KOŠELJA MICHAL ing., KVAPIL JOSEF ing. CSc., JOHN VÁCLAV ing. CSc.,
PERNER BOHUMIL ing. CSc., KVAPIL JIŘÍ ing. DrSc., ŠKODA VÁCLAV RNDr.,
TURNOV

(54) Způsob přípravy monokrystalů pro zhotovení výbrusů s výhodně
orientovaným směrem průchodu světla

(57) Způsob přípravy monokrystalů pro zhotovení výbrusů s výhodně orientovaným směrem průchodu světla spočívá v tom, že příslušný monokrystal se při pěstování tažením z taveniny orientuje tak, že v celé části jeho objemu určené ku zhotovení výbrusu svírá fázové rozhraní a předpokládaný směr průchodu světla úhel 30 až 60°, přičemž úhel tohoto směru a osy růstu monokrystalu je o 30 až 60° menší, než je úhel fázového rozhraní a osy růstu. Tímto způsobem lze zhotovit, a to i při využití pěstovacích metod poskytujících ne zcela dokonalé monokrystaly, funkčně bezvadné výbrusy pro optiku a kvantovou elektroniku.

Předmětem vynálezu je způsob pěstování monokrystalů z taveniny, při kterém vzájemná orientace fázového rozhraní monokrystalu s taveninou, směr průchodu světla ve výbrusu z těchto monokrystalů a růstové osy monokrystalu zaručuje optimální užité vlastnosti uvedených výbrusů v optice a kvantové elektronice.

Výbrusy z celé řady monokrystalů nacházejí široké využití v optice a kvantové elektronice. Vedle vlastností specifických pro druh monokrystalu, tj. např. práh generace u laserových aktivních materiálů, je společným kritériem kvality všech těchto monokrystalů, resp. výbrusů z nich zhotovených, optická homogenita. Technicky nejvýznamnější optické monokrystaly jsou pěstovány z taveniny. Tyto monokrystaly pravidelně obsahují růstové proužky, což jsou důsledky kolísání okamžité růstové rychlosti, rozdílnou koncentrací aktivátorů v oblastech tvorby přirozených krystalonamických ploch, tj. facet a mimo ně. Poměrně častým defektem je i mozaika. Tyto vady se projeví jako kolísání indexu lomu a nebo dvojlomu, což snižuje podstatným způsobem optickou homogenitu monokrystalů, protože vyvolá deformaci vlnoplochy, případně nepravidelnosti polarizace procházejícího světla.

Uvedené nedostatky lze výrazně potlačit způsobem přípravy monokrystalů pro zhotovení výbrusů se směrem průchodu světla svírajícím dostatečně velký úhel s optickými vadami podle vynálezu, vyznačeného tím, že monokrystal se při pěstování tažením z taveniny orientuje tak, že v celé části jeho objemu určené ku zhotovení výbrusu svírá fázové rozhraní a směr předpokládaného průchodu světla úhel 30 až 60°, přičemž úhel tohoto směru a osy růstu monokrystalu je o 30 až 60° menší, než je úhel fázového rozhraní a osy růstu. Směr průchodu světla v krystalovém výbrusu je určen buď jako prakticky nalezená růstová orientace monokrystalu, ve které zpravidla s ohledem na vysokou retikulární hustotu vyrůstá monokrystal s malým počtem poruch, nebo je přímo určena daným použitím. Příkladem první skupiny výbrusů jsou laserové tyče z yttritohlinitého granátu, orientované přibližně ve výhodném růstovém směru $\langle 111 \rangle$, příkladem druhé skupiny jsou krystalové modulátory a generátory vyšších harmonických frekvencí. Pokud směr průchodu světla svírá s fázovým rozhraním malý úhel, projeví se kolísání indexu lomu na růstových proužcích, totožných s fázovým rozhraním, jako šlíry. Podobně, při průchodu světla ve směru přibližně rovnoběžném s rozhraním mozaikových bloků, které se v monokrystalech pěstovaných z taveniny samovolně orientují přibližně kolmo k fázovému rozhraní, je pozorovaný dvojlom vždy nejvyšší. Pokud je monokrystal při růstu orientován s ohledem na předpokládaný směr průchodu světla ve výbrusu, pro jehož zhotovení je určen, a na tvar fázového rozhraní způsobem podle vynálezu, svírá směr průchodu světla s přítomnými plošnými poruchami dostatečně velký úhel, kdy se tyto na homogenitě světla neprojeví. Uvedené souvislosti platí i v případě monokrystalů pěstovaných s kuželovitým, resp. obecně konvexním fázovým rozhraním, ve kterých mozaika vlivem samovolné orientace k fázovému rozhraní vymizí a směr průchodu světla lze s výhodou zvolit rovnoběžně s osou růstu. Naopak při orientaci světelného svazku kolmo k ose růstu by část konvexního fázového rozhraní byla se svazkem rovnoběžná, což by přineslo uvedené nepříznivé důsledky. V případě monokrystalu pěstovaného s plochým fázovým rozhraním, který může být v celé délce mozaikový, je zapotřebí aby osa světelného svazku svírala s osou růstu úhel 30 až 60°.

Způsobem podle vynálezu lze zhotovit, a to při využití pěstovacích metod poskytujících ne zcela dokonalé monokrystaly, funkčně zcela bezvadné výbrusy pro optiku a kvantovou elektroniku.

P ř í k l a d 1

Monokrystaly yttritohlinitého perovskitu aktivované ionty neodymu ($\text{YAlO}_3:\text{Nd}$, resp. $\text{YAP}:\text{Nd}$) bylo možno v uspokojivé optické jakosti vypěstovat tažením z taveniny ve směru krystalografické osy b nebo c, nikoliv však ve směru osy a. Protože při laserové generaci ve směru osy a vykazuje uvedený materiál nejvyšší hodnotu průřezu laserového přechodu, a tím i nejnižší práh generace, byly laserové tyče, jejichž geometrická osa je totožná s osou a, zhotoveny následujícím způsobem:

Monokrystaly o průměru 68 až 72 mm byly vypěstovány Kyropoulovou metodou tak, že osa růstu ležela v rovině os a a b , přičemž osa a svírala s osou růstu úhel 30° . Fázové rozhraní monokrystalu a taveniny bylo kuželové o vrcholovém úhlu 120 až 160° , tj. s osou růstu svírala toto rozhraní úhly poloviční. Za těchto podmínek byly vypěstovány monokrystaly ještě uspokojivé jakosti. Laserové tyče potom byly orientovány tak, že jejich osa byla totožná s osou a , přičemž byly pro uvedený účel zvoleny jen ty části, resp. půlválce monokrystalů, kde fázové rozhraní s osou a úhel 30 až 50° , což umožnilo zhotovit zkušební tyče o průměru 3 až 5 mm a délce až 60 mm s méně než 1 interferenčním proužkem, měřeno světlem o vlnové délce 628 nm. Opačné půlválce poskytly méně jakostní tyče, protože v nich jsou nevhodně orientovány rozhraní mozaikových bloků. V případě, že vrcholový úhel fázového rozhraní byl menší než 120° , došlo k pronikavému zhoršení homogenity tyčí, přestože růst monokrystalů byl zjevně bezporuchový. Monokrystaly s plochým fázovým rozhraním nebylo možno zásadně pěstovat, protože se během růstu deformovaly a po dotyku jeho výrůstku se stěnou kelímku praskaly.

P ř í k l a d 2

Monokrystaly niobičnanu lithného (LiNbO_3) byly pěstovány tažením z taveniny vesměs s plochým fázovým rozhraním, tj. kolmými k ose růstu. Růstová osa byla rovnoběžná buď s krystalografickou osou c $\langle 0001 \rangle$, nebo s ní svírala úhel 45° . Obě skupiny monokrystalů byly zpracovány na destičky různé síly, sloužící jako generátory druhé harmonické frekvence YAP:Nd laseru se základní vlnovou délkou $1\,079,6$ nm. Proto byly destičky vždy orientovány tak, aby kolmice na jejich plochy svíraly s krystalografickou osou c úhel 80 až 85° . Destičky zhotovené z monokrystalů, jejichž krystalografická osa c byla rovnoběžná s osou růstu, přitom vykazovaly značné kolísání indexu lomu, protože v nich světlo procházelo téměř rovnoběžně s fázovým rozhraním. Naproti tomu monokrystaly, jejichž růstová osa svírala s krystalografickou osou c úhel 45° , poskytly destičky s vysokou optickou homogenitou, protože v nich světlo prochází pod dostatečně velkým úhlem jak k fázovému rozhraní, tak k rozhraní mozaikových bloků rovnoběžným s osou růstu.

P Ř E D M Ě T V Ý N Ā L E Z U

Způsob přípravy monokrystalů pro zhotovení výbrusů s výhodně orientovaným směrem průchodu světla, vyznačený tím, že příslušný monokrystal se při pěstování tažením z taveniny orientuje tak, že v celé části jeho objemu určené ku zhotovení výbrusu svírá fázové rozhraní a předpokládaný směr průchodu světla úhel 30 až 60° , přičemž úhel tohoto směru a osy růstu monokrystalu je o 30 až 60° menší, než je úhel fázového rozhraní a osy růstu.