



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

201658
(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
H 01 S 3/091

(22) Přihlášeno 09 02 78
(21) (PV 841-78)

(40) Zveřejněno 31 03 80

(45) Vydáno 15 07 82

(75)
Autor vynálezu

ŠPRACHTA ALOIS ing. CSc., PRAHA

(54) Laser se štěrbinovou budicí dutinou

Vynález se týká konstrukce účinné budicí dutiny pro lasery na pevné fázi s optickým buzením luminiscenčními diodami, jejichž specifických vlastností je využito.

Lasery buzené opticky jsou opatřeny budicí dutinou jako nedílnou součástí celé konstrukce. Dutina svým tvarem a charakterem povrchu umožňuje zavést světlo ze zdroje budicího záření do dríku aktivního materiálu, kde tato energie způsobí změnu koncentrací elektronů na pracovních kvantových hladinách materiálu dríku a tím umožní generaci stimulovaného koherentního záření.

Velká rozmanitost jednotlivých typů dutin je závislá na tvaru a vlastnostech dríku aktivního materiálu, jakož i na vlastnostech zdroje budicího záření, jeho vyzařovací charakteristice a energetické účinnosti. Při malé účinnosti zdroje je třeba uzpůsobit budicí dutinu pro odvod ztrátového tepla mimo systém laseru. Z toho důvodu je nutno některé dutiny chladit například vodou, což je také hlavní důvod pro používání dutin s volnou vazbou. Dutiny s volnou vazbou umožňují oddělit od sebe tepelné zdroj budicího záření a drík aktivního materiálu, ovšem za cenu například odizolování vzduchovou vrstvou a tím nepřípůsobení zdroje a dríku co do indexů lomu, což má za následek nižší energetickou účinnost.

Dále je známo, že dutiny s volnou vazbou a vnitřním difúzním povrchem by měly mít teoreticky velmi vysokou účinnost. Vzhledem k tomu, že je zapotřebí velkého počtu odrazů od stěn dutiny na to, aby se potřebná energie dostala do dríku aktivního materiálu, je však účinnost malá. Stěny totiž nemají ideální odrazivost a částečně energii absorbují. Účinnost takového systému klesá s mocninou počtu potřebných odrazů. Protože poměr objemu aktivního materiálu k objemu budicí dutiny s volnou vazbou je podstatně menší než jedna, je u dutiny difúzní počet odrazů veliký. Z toho důvodu je pro dutiny s volnou vazbou difúzní povrch méně výhodný, než povrch čistě reflexní, zobrazující.

Zobrazující dutina tvarem vnitřního povrchu a jeho reflexním charakterem umožňuje zavést světlo ze zdroje přímo do aktivního materiálu nebo po jednom odraze od reflektující stěny, čímž snižuje ztráty na povrch dutiny oproti ztrátám v difúzní dutině. Zvyšují se však silně nároky na optickou kvalitu povrchu a na mechanické zpracování celé soustavy. Vliv mechanických nepřesností se projeví tím, že záření, které ne zcela absorbováno projde dríkem aktivního materiálu, je natolik defokusováno, že se již na další cestě po odrazech od stěn do dríku většinou již nedostane.

Shora uvedené nedostatky buzení laserů jsou odstraněny provedením laserů a budící dutinou podle vynálezu, jehož podstatou je to, že ve válcové dutině vytvořené segmenty je nanášena odrazná vrstva a těsně souose je uložen dřík z aktivního materiálu, který je na čelních plochách opatřen vnitřními zrcadly, na něž dosedají z vnější strany vnější zrcadla, zatímco mezi povrchem dříku a odraznou vrstvou je umístěna přizpůsobovací vrstva, přičemž dutinová odrazná vrstva je přerušena nejméně jednou vně vystupující radiální štěrbinou opatřenou odraznou vrstvou, v níž jsou umístěny čipy luminiscenčních diod a radiální štěrbiny jsou vyplněny přizpůsobovací hmotou.

Konstrukce laseru podle vynálezu bude dále popsána podle výkresů, kde na obr. 1 je příčný řez sestavou laseru kolmý na optickou osu systému a na obr. 2 je podélný řez sestavou laseru. Na obou obr. je zobrazena jedna z možných konstrukcí laserů se štěrbínovou dutinou podle vynálezu, která je opatřena například třemi štěrbínami.

Základní částí laseru je dřík 1 z aktivního materiálu, například z yttrito-hlinitého granátu s příměsí neodymu. Na čelní plochy, které jsou zabroušeny do tvaru optického rezonátoru, jsou napařena vnitřní zrcadla 2, která odrážejí světlo o pracovní frekvenci laseru. V případě, že materiál dříku je podle uvedeného příkladu, odrážejí světlo o frekvenci cca 1060 nm a propouští světlo o budící frekvenci. Na vnitřní zrcadla 2 jsou napařena vnější zrcadla 3, která odrážejí světlo o budící frekvenci laseru, v uvedeném případě například světlo o frekvenci cca 800 nm a propouští světlo o pracovní frekvenci. Takto upravený dřík 1 se zrcadly 2, 3 je uložen v dutině se štěrbínami, která je vytvořena ze segmentů 4 a z přívodních kontaktů 5 do tvaru patrného z obr. 1, 2. Tvar této dutiny je takový, že její plášť má tvar shodný s povrchem dříku 1 až na nutnou konstrukční mezeru, která je dána podmínkou vsunutelnosti dříku 1 do vzniklé dutiny.

Segmenty 4 jsou na plochách, které jsou ve styku s dříkem 1 opatřeny dutinovou odraznou vrstvou 6, například z kysličníku hořečnatého, zlata atd., která má za úkol zvýšit koeficient odrazu pro světlo odrážející se od stěn dutiny. V místech, která po sestavení tvoří štěrbinu, je na segmentech 4 nanášena štěrbínová odrazná vrstva 7, která je nanášena také na čelní plochu přívodních kontaktů 5, která je součástí štěrbiny. Štěrbínová odrazná vrstva 7 je vytvořena například napařením zlata. Na každý segment 4 je v místě štěrbiny připájen čip luminiscenční diody 8. Segment 4 tak tvoří jeden z přívodních kontaktů luminiscenční diody 8. Další přívodní kontakt tvoří kontaktní drátek 9, který je připájen jednak k luminiscenční diodě 8, jednak druhým koncem k přívodnímu kontaktu 5. Luminiscenční dioda 8 může být například z galiumaluminiumarsenidu se zářením v oblasti 800 nm. Každá ze štěrbin je vyplněna

přizpůsobovací hmotou 10. Přizpůsobovací hmotu 10 mohou tvořit čiré epoxidové pryskyřice. V mezeře mezi stěnou dutiny a pláštěm dříku 1 je ještě uložena přizpůsobovací vrstva 11, buď kapalná, nebo tuhá, například z pryskyřice stejného typu jako u přizpůsobovací hmoty 10. Každý ze segmentů 4 je opatřen dírou na provlečení stabilizačního nosného trnu 12. Nosné trny 12 svírají pomocí matic 13, nosného oka 14 a nosného oka 15 s držákem všechny segmenty 4 a stabilizují jejich polohu tak, že segmenty 4 tvoří pracovní dutinu. Na všech styčných plochách vodičových součástí, a to segmentů 4, přívodních kontaktů 5, trnů 12, ok 14, 15 a matic 13 je nanášena izolační vrstva 16, například z elektricky izolujících laků atd. Vnější tvar segmentů 4 je potom přizpůsoben tak, aby segmenty 4 současně tvořily žebrovou strukturu vzduchového chladiče.

Záření vycházející z čipu luminiscenční diody 8 vchází do přizpůsobovací hmoty 10, která má za úkol snížit ztráty vzniklé nepřizpůsobením indexů lomu materiálů luminiscenční diody 8 a dříku 1 aktivního materiálu a po odrazech od stěn pokrytých štěrbínovou odraznou vrstvou 7 vchází ze štěrbiny do vlastní dutiny přes přizpůsobovací vrstvu 11, která má za úkol vyplnit mezeru mezi stěnou a dříkem 1 tak, aby nevzniklo nepřizpůsobení indexů mezi stěnou a dříkem 1 na mezivrstvě do vnitřku dříku 1. Na cestě dříkem 1 je záření částečně absorbováno. Absorbce v dříku 1 je žádoucí, protože způsobuje změnu koncentrací elektronů na pracovních hladinách laserů, a tím i celou funkci dříku 1 se zrcadly 2 jako laseru. Po průchodu dříkem 1 záření se šíří některým z následujících způsobů: Za prvé znovu projde přizpůsobovací vrstvou 11 a odráží se od dutinové odrazné vrstvy 6 a v té se částečně utlumí, protože tato vrstva 6 nemá ideální odrazivost, projde znovu přizpůsobovací vrstvou 11 a vrátí se do dříku 1. Za druhé dopadne na zrcadlo 2, projde jím, protože zrcadlo 2 odráží záření o pracovní a ne budící frekvenci, dopadne na zrcadlo 3, kde se odráží, projde zrcadlem 2 a vrátí se zpět do dříku 1.

Za třetí projde přizpůsobovací vrstvou 11 dostane se do přizpůsobovací hmoty 10, dopadne na stěnu štěrbiny opatřenou štěrbínovou odraznou vrstvou 7 a po několika odrazech se buď znovu vrátí do přizpůsobovací vrstvy 11 a dále do dříku 1, nebo je absorbováno čipem luminiscenční diody 8.

Tento proces se opakuje tolikrát za sebou, dokud není záření zcela absorbováno.

Část ploch ok 14 a 15 tvořících čelní stěny štěrbiny, ve které jsou umístěny čipy luminiscenčních diod 8 je také opatřena štěrbínovou odraznou vrstvou 7.

Segmenty 4, protože jsou například z mědi, zároveň slouží jako chladiče pro jednotlivé čipy luminiscenčních diod 8. Konstrukce štěrbínové budící dutiny s těsnou přizpůsobenou vazbou totiž zároveň umožňuje zkonstruovat segmenty 4 jako relativně mohutné kompaktní

ní chladiče, které odvádějí teplo vznikající v čipu luminiscenční diody 8 při procesu přeměny elektrické energie v energii záření o budicí frekvenci. Protože jsou segmenty 4 prostorově v těsném kontaktu s dříkem 1, jsou rovněž v kontaktu tepelném a způsobují jeho ochlazování. Má tedy popsané zařízení i tuto výhodu. Vzniklé teplo potom postupuje segmenty 4 k jejich povrchu, který může být chlazen vodou nebo jiným kapalným chladičím médiem. Podle obr. 1, 2 může být tvarován do žebrované struktury, typické pro vzduchem chlazená zařízení. Rovněž oka 14 a 15, popřípadě trny 12 mohou být tvarovány jinak. Budicí dutina podle obr. 1 a 2 je potom skutečně uzavřena a téměř úplně vyplněna aktivním absorbním prostředím. Má tedy i z teoretického hlediska maximální možnou účinnost, jsou-li dutinové odrazné vrstvy 6 difúzní. Tyto vrstvy však nemusí být pouze

z materiálu, který odráží difúzně, ale i z materiálu, který odráží zrcadlově, jako například zlato. Změní se pouze rozložení hustoty budicí energie uvnitř dříku 1 a tím modová struktura vycházejícího záření. Tvar držáku může být přizpůsoben potřebám.

K tomu, aby se světlo které projde dříkem 1 dostalo zpět do dříku 1 skutečně stačí jen jeden odraz od stěny dutiny. Je-li průnik šterbiny s pláštěm dutiny malý ve srovnání s celkovou plochou dutiny, je ta část záření, která se šíří třetím způsobem malá ve srovnání s oběma předchozími způsoby. Dutina je tedy účinná. Přizpůsobovací hmota 10 má potom za úkol jednak zvýšit vnější kvantovou účinnost samotných čipů luminiscenčních diod 8, protože má index lomu přizpůsobený indexu lomu diodových čipů a zároveň i indexu lomu čipu dříku 1, čímž je zaručen optimální přenos energie z diod do dříku 1.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Laser se šterbinovou budicí dutinou s těsnou přizpůsobenou vazbou, buzený luminiscenčními diodami, vyznačený tím, že ve válcové dutině vytvořené segmenty (4) je nanášena odrazná vrstva (6) a těsně souose je uložen dřík (1) z aktivního materiálu, který je na čelních plochách opatřen vnitřními zrcadly (2), na něž dosedají z vnější strany vnější zrcadla (3), zatímco mezi povrchem dříku (1) a odraznou vrstvou (6) je umístěna přizpůsobovací vrstva (11), přičemž dutinová odrazná vrstva (6) je přerušena nejméně jednou vně vystupující radiální šterbinou opatřenou odraznou vrstvou (7), v níž jsou umístěny čipy luminiscenčních diod (8) a radiální šterbiny jsou vyplněny přizpůsobovací hmotou (10).
2. Laser podle bodu 1, vyznačený tím, že segmenty (4) jsou od sebe izolovány izolační vrstvou (16).
3. Laser podle bodu 1, vyznačený tím, že k jednomu pólu čipu luminiscenční diody (8) jsou připojeny kontaktním drátkem (9) přírodní kontakty (5).

2 výkresy



